

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA
APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN
DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y
MANTENIMIENTO**

AUTOR:

D. DIEGO GARCÍA SEN

TUTORA:

Dra. D^a. ESTER OLMEDA SANTAMARÍA

MAYO 2013



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mis padres, Emilia y Diego, su apoyo. Especialmente a mi madre. Gracias a ella soy la persona que escribe estas líneas y que le debe todas. A mis hermanas, el hecho de darme tan buen ejemplo y enseñarme por tanto a ser. Gracias a Emilia por su aliento constante y a Susana por su sensibilidad. A mis amigos de siempre por tantos buenos momentos, a mi cuñado por su buen humor y a mi sobrino y ahijado Ángel, que no se podría llamar de otra manera. Es una gran suerte poder conocerte y verte aprender cosas nuevas cada día, gracias por ser la ilusión de todos. También a todos mis amigos de mi etapa universitaria por hacer este camino más fácil, en especial a Miguel, presente en tantas prácticas y trabajos.

En el plano académico dedicarle mi esfuerzo a los profesores de todas las etapas de mi aprendizaje que tantas cosas me han enseñado. Especialmente a Ester Olmeda, por aceptar guiarme en este Trabajo Fin de Grado ofreciéndome su amable ayuda. Además hacer una mención especial a la *Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ayuntamiento de Madrid* y al *Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid*, en concreto a la *Subdirección General de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid* por su colaboración en este proyecto. Gracias a los miembros del Servicio y del *CISEM* por recibirme tan amablemente en el Parque 2º.

En definitiva, el presente TFG va dedicado a las personas que quiero, por todo, y la utilidad que de él se pueda extraer va, con todo respeto, por los/as profesionales de emergencias de corazón y vocación por estar donde nadie quiere cuando se les necesita.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Estructura del Trabajo Fin de Grado.....	5
2. PARQUES MÓVILES DE SERVICIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS URBANOS. CASO DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MADRID	6
2.1 Características del entorno operativo	6
2.1.1 Generalización de las características del entorno. Elección del tipo de vehículo a estudio	9
2.2 Clasificación de vehículos. Presentación del Parque Móvil del Servicio de Prevención y Extinción de Incendios y Salvamentos del Excmo. Ayuntamiento de Madrid	12
2.2.1 Vehículos contra Incendios	12
2.2.1.1 Vehículos de extinción	13
2.2.1.2 Vehículos de salvamento	30
2.2.1.3 Vehículos auxiliares	32
2.2.1.4 Vehículos especiales.....	33
2.2.1.5 Remolques.....	39
2.2.1.6 Aeronaves, embarcaciones y otros	39
2.2.2 Presentación de los vehículos más representativos del SPEIS del Excmo. Ayuntamiento de Madrid	41
2.3 Breve descripción de la gestión del Parque Móvil del SPEIS del Excmo. Ayuntamiento de Madrid en la atención a siniestro	46
2.3.1 Dotaciones.....	46
2.3.2 Trenes de ataque	47
2.3.3 Modus operandi en la movilización de unidades del Parque Móvil del SPEIS del Excmo. Ayuntamiento de Madrid	48
3. PRESENTACIÓN DEL VEHÍCULO A ESTUDIO ELEGIDO	49
3.1 Especificaciones generales	49
3.2 Especificaciones de equipamiento	50



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

4. PROPUESTA DE PLAN DE SEGURIDAD OPERATIVO (PSO)	53
4.1 Evaluación de Riesgos. Análisis de Riesgos en la operación del vehículo.....	55
4.1.1 Lugares de trabajo.....	56
4.1.2 Riesgos de la profesión en el desarrollo de las actividades de las unidades BUP	59
4.2 Evaluación de Riesgos. Valoración de Riesgos en la operación del vehículo. Método Fine	67
4.2.1 Método Fine. Explicación y observaciones	68
4.2.2 Valoración de Riesgos	72
4.3 Desarrollo de la acción preventiva	74
4.3.1 Directrices de seguridad generales comunes a los PSOEM aplicados a vehículos.....	77
4.3.1.1 Utilización de equipos EPI de uso general	78
4.3.1.2 De la Jerarquía.....	83
4.3.1.3 Directrices de protocolos de intervención.....	84
4.3.1.4 Carga mental	90
4.3.1.5 Carga física	90
4.3.1.6 Circulación vial	91
4.3.1.7 Control de datos y revisión de PSO.....	92
4.3.1.8 Formación continua	93
4.3.2 Normas de seguridad específicas.....	96
4.3.2.1 Equipos de Respiración Autónomos (ERA)	96
4.3.2.2 Mangajes	104
4.3.2.3 Herramientas de descarceración vehicular	105
4.3.2.4 Escalas	110
4.3.2.5 Herramientas manuales	113
4.3.2.6 Extintores portátiles para incendios	114
4.3.2.7 Sistemas de bombeo	115
4.3.2.8 Uso seguro e inspección preventiva de elementos del carrozado.....	125
4.4 Revaloración de riesgos.....	132
5. CONCLUSIONES	135
6. TRABAJOS FUTUROS.....	136
7. BIBLIOGRAFÍA.....	138



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Mapa conceptual resumen de la metodología PSO

FIGURA 2.1 Zonas de intervención en la villa de Madrid

FIGURA 2.2 Intervenciones del SPEIS del Excmo. Ayto. de Madrid en el año 2011

FIGURA 2.3 Coche MAN 8224 LC. Parque 1º.

FIGURA 2.4 Bomba Mercedes Benz Atego 1529. Parque 1º

FIGURA 2.5 Tanque Grande Volvo FL108. Parque 2º

FIGURA 2.6 Coche-Escala Mercedes Benz 1524. Parque 12º

FIGURA 2.7 Escala de corto alcance Mercedes Benz 1328F. Parque 3º

FIGURA 3.1 Mercedes Atego 1528F. Parque 2º

FIGURA 4.1 Partes principales de un ERA de regulación manual

FIGURA 4.2 Manómetro remoto electrónico o *Bodyguard*

FIGURA 4.3 Máscara de Equipo de Respiración Autónomo

FIGURA 4.4 Regulador manual de ERA

FIGURA 4.5 Mangajes situados en la armariada del vehículo

FIGURA 4.6 Indicadores de panel de control del sistema de bombeo

FIGURA 4.7 Vista de salidas de impulsión del vehículo

FIGURA 4.8 Vista de la entrada de aspiración

FIGURA 4.9 Vista de las persianas y de la escalera de acceso techo

FIGURA 4.10 Asientos con soporte ERA

FIGURA 4.11 Tirador de liberación de ERA



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Número de salidas por tipo en diferentes zonas urbanas

TABLA 2.2 Presiones y caudales mínimos exigidos para bombas en Vehículos contra Incendios

TABLA 2.3 Nomenclatura y características mínimas exigidas para bombas instaladas en Vehículos contra Incendios

TABLA 2.4 Material de extinción de tipo A

TABLA 2.5 Material de demolición de tipo A

TABLA 2.6 Material de iluminación y señalización de tipo A

TABLA 2.7 Material de salvamento de tipo A

TABLA 2.8 Material del equipamiento de Tipo B

TABLA 2.9 Distribución por parques de los vehículos más representativos del SPEIS del Ayto. de Madrid

TABLA 3.1 Material de demolición equipado en el vehículo

TABLA 3.2 Material de extinción equipado en el vehículo

TABLA 3.3 Material de iluminación y señalización del vehículo

TABLA 3.4 Material de salvamento equipado en el vehículo

TABLA 3.5 Material diverso de apoyo equipado en el vehículo

TABLA 4.1 Baremo del parámetro *Consecuencias*

TABLA 4.2 Baremo del parámetro *Exposición*

TABLA 4.3 Baremo del parámetro *Probabilidad*

TABLA 4.4 Clasificación del riesgo y acción preventiva según *Grado de Peligrosidad*

TABLA 4.5 Valoración de los riesgos con anterioridad a la aplicación del PSO



TABLA 4.6 Clasificación de los riesgos estudiados según *Grado de Peligrosidad*

TABLA 4.7 Tabla orientativa de organización de programa de formación continua

TABLA 4.8 Acciones frente a causas de inseguridad y fallos en operación

TABLA 4.9 Acciones de mantenimiento preventivo en equipos de descargación

TABLA 4.10 Tabla de uso general de extintores según tipología

TABLA 4.11 Tabla de acciones de mantenimiento preventivo en cuanto a lubricación

TABLA 4.12 Tabla de causas de inseguridad/fallos en operación y acciones consecuentes para el sistema de bombeo

TABLA 4.13 Inspecciones de mantenimiento preventivo en elementos del carrozado

TABLA 4.14 Tabla de reanálisis del *Grado de Peligrosidad* tras la acción *PSO*

TABLA 4.15 Tabla de reclasificación de los riesgos estudiados según *Grado de Peligrosidad*



1. INTRODUCCIÓN

La operación de los servicios de emergencias es básica para el mantenimiento de la seguridad de la ciudadanía. El incremento demográfico, los avances tecnológicos y el aumento de la complejidad en la forma de vida de los seres humanos en el último siglo dentro de las sociedades desarrolladas han aumentado la ocurrencia de accidentes, atentados y otras situaciones de riesgo o calamidad pública que hacen cada vez más necesario un nivel de prestación de servicio en el campo de las emergencias que se encuentre a la altura de la exigencia de las circunstancias.

El buen funcionamiento de un sistema de emergencias (en concreto de un servicio de extinción de incendios) no necesita sólo de una intensa preparación física, mental y teórica de sus integrantes, sino de un modo de operación estructurado que garantice la seguridad de los profesionales que atienden en siniestro. Dicha seguridad es una máxima dentro de un servicio de emergencias. El cumplimiento del concepto de *no creación de nuevas víctimas* es fundamental en el control de siniestros. Brinda la posibilidad de no mermar la acometida del servicio en cuestión pudiendo solucionar éste la situación de la mejor manera posible, tratando de evitar por este intocable orden los daños personales y materiales.

La seguridad en siniestro de un bombero es inconcebible sin un trabajo conjunto e intenso en los campos de prevención de riesgos y mantenimiento industrial. La operatividad de sus equipos de trabajo y elementos de protección es esencial y determinará tanto el éxito en su cometido como la defensa de su integridad.

Desgraciadamente la prevención dentro de los servicios de extinción de incendios se muestra decadente en un entorno económico adverso como el de nuestros días y el mantenimiento de equipos y elementos de protección se desplaza sorprendentemente hacia el lado correctivo y hacia la externalización con el paso del tiempo, con el inevitable choque que estas realidades pueden producir con las máximas lógicas de organización en servicios de estas características. La formación continua del personal, la participación activa en su seguridad o buscar el máximo aprovechamiento de medios materiales y potencial humano son elementos que redundan en el prestigio y optimizan la labor de un servicio de extinción de incendios.



Por todo ello la necesidad de integrar protocolos conjuntos de prevención y mantenimiento dentro de los cuerpos de bomberos es alta y demanda clamorosamente un esfuerzo extra por parte de los superiores en su estructura jerárquica, responsables en buena parte de la seguridad en operación de sus compañeros. El autor propone para alcanzar dicha integración la creación de un nuevo concepto denominado *PSO (Plan de Seguridad Operativo)* que incluya protocolos de prevención y mantenimiento. A pesar de la dificultad casuística dada en un entorno laboral tan amplio respecto a los tipos de intervención que se llevan a cabo, se debe insuflar un creciente espíritu preventivo dentro de estos servicios, que apunte a entornos de trabajo más seguros para los propios bomberos y por tanto para los ciudadanos que los necesiten, entendiendo el proceso de implantación de esta conciencia como un beneficio en sí mismo, no pudiendo existir uno mejor y más elevado, por la importancia de esta conciencia en actuaciones en las que se salvan vidas.

1.1 Objetivos

El presente Trabajo de Fin de Grado pretende realizar una propuesta de *Plan de Seguridad Operativo (PSO)* resumido, que integre normas de prevención en operación y recomendaciones en cuanto a mantenimiento de los principales equipos de trabajo para un vehículo de ataque a siniestro, representativo en cuanto a presencia en intervención en un servicio de extinción de incendios. El objetivo fundamental subyacente es esbozar los conceptos de *PSO*, noción original creada por el autor del presente documento, y de *metodología de organización PSO* (ver Figura 1.1, donde se utiliza para ejemplificar la implantación de esta *metodología* la nomenclatura de los entes organizativos del Cuerpo de Bomberos del Ayto. de Madrid) que persiguen una mejora en la seguridad de bomberos y ciudadanos, para el deseable futuro desarrollo de esos conceptos por parte del autor desde un servicio de extinción de incendios.

Como opositor desde hace cuatro años al puesto de *Oficial de la Escala de Mando* del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid, el autor siente una fuerte responsabilidad relativa a mejorar los procedimientos del *Servicio* y su interés y búsqueda cercanía al mundo de las actuaciones en emergencias le han llevado a realizar un esfuerzo de documentación, análisis y búsqueda de soluciones que pasan necesariamente por la creación de documentos básicos de actuación (los *PSO*) que guíen el funcionamiento del



servicio (tanto en actuación como en formación) por cauces seguros, eficaces y eficientes.

Las limitaciones en cuanto a extensión de un TFG hacen que el presente documento deba centrarse en mayor medida en el campo de la prevención, en detrimento de los contenidos de mantenimiento. Se pretende que el presente documento pueda servir de esbozo teórico para llegar a una mayor implementación de procedimientos de actuación en siniestro con espíritu preventivo y a la reintroducción de labores de mantenimiento preventivo en los parques de bomberos, posibilitando la activa participación de los propios profesionales en materia de prevención, en aras de su propia seguridad. En esa dirección apunta el espíritu de la *Directiva Marco* en materia de prevención en la UE [1] y su transposición al Derecho Español y sus modificaciones [2].

Constituye otro claro objetivo describir las características y entorno operativo del Parque Móvil de un servicio de extinción de incendios urbano, de forma que se enmarque el presente TFG y se justifique la elección del tipo de vehículo a estudiar, presentando de forma suficiente, a modo de presentación del *estado del arte*, los tipos de vehículos existentes y sus principales rasgos.

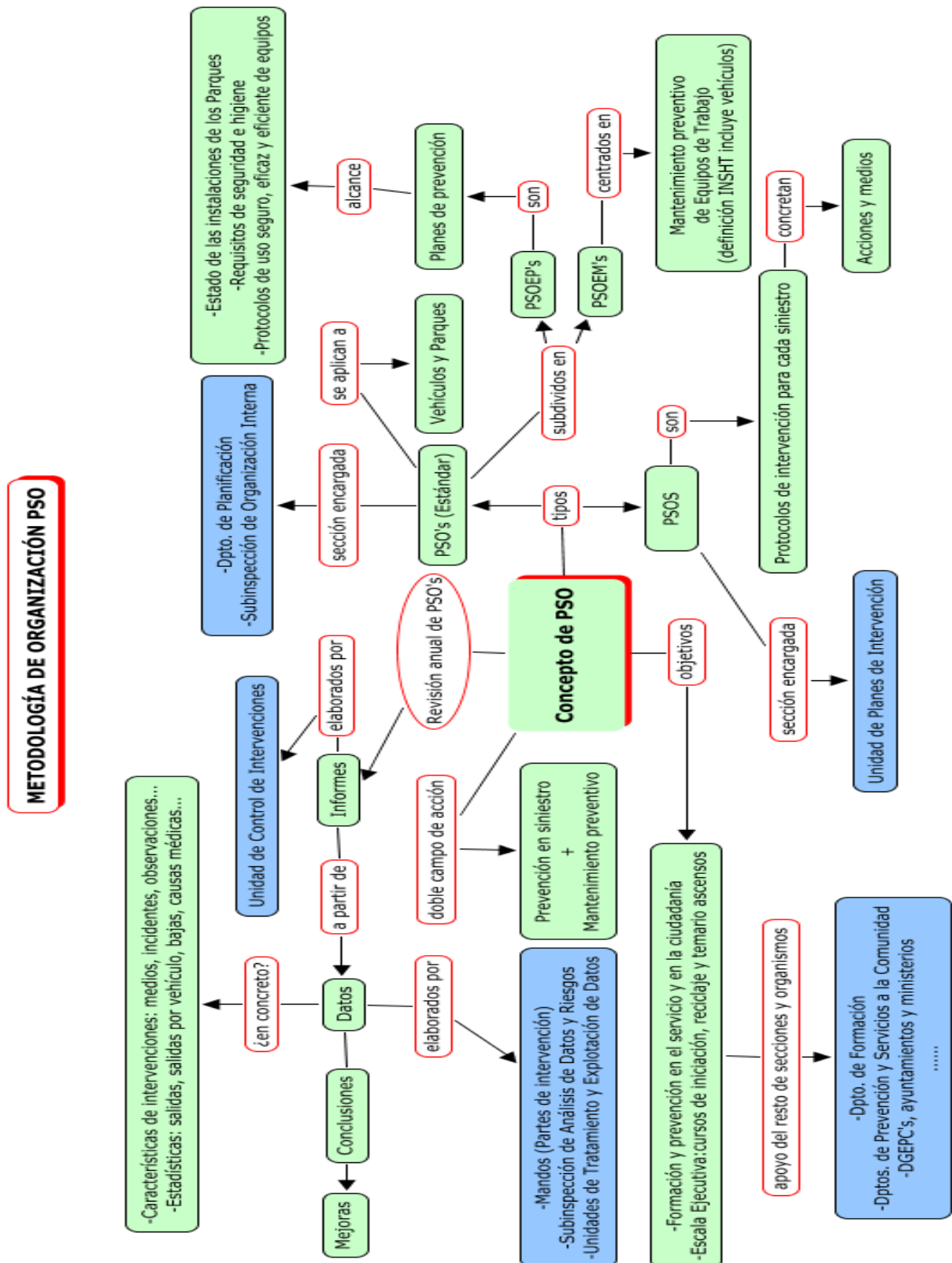


Figura 1.1: Mapa conceptual resumen de la metodología PSO.



1.2 Estructura del Trabajo Fin de Grado

El presente Trabajo de Fin de Grado consta de siete capítulos.

En el primer capítulo, INTRODUCCIÓN, se presentan de forma reseñada sus contenidos y objetivos.

En el segundo capítulo, PARQUES MÓVILES DE SERVICIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS URBANOS. CASO DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MADRID, se justifica la elección del vehículo a estudio realizando un análisis del entorno operativo de un servicio de extinción urbano. Se realiza un acercamiento a la tipología de vehículos de servicios de extinción de incendios y se presentan los vehículos más representativos integrados en el Parque Móvil del SPEIS del Ayto. de Madrid. Por último se da una descripción general operativa de atención a siniestro relacionada con dichos vehículos en sus parques de bomberos del Ayto. de Madrid (gestión del Parque Móvil).

En el tercer capítulo, PRESENTACIÓN DEL VEHÍCULO A ESTUDIO ELEGIDO, se muestran las características del vehículo en cuestión incluyendo las de su equipamiento para siniestro.

En el capítulo cuarto, PROPUESTA DE PLAN DE SEGURIDAD OPERATIVO (PSO), se realiza un análisis y valoración de riesgos en la operación del vehículo y su equipamiento, así como una descripción de la acción preventiva encaminada al control de riesgos desde una doble perspectiva: se establecen normas de seguridad para operación en siniestro y directrices de mantenimiento. Por último se realiza una revaloración de los riesgos según el método elegido, con el fin de estimar la efectividad de la acción preventiva.

En el quinto capítulo, CONCLUSIONES, se presentan las resoluciones principales inferidas en la realización del presente Trabajo Fin de Grado.

En el sexto capítulo, TRABAJOS FUTUROS, se plantean posibles caminos de trabajo que amplíen el enfoque preventivo presentado según la *metodología PSO*.

En el séptimo y último capítulo, BIBLIOGRAFÍA, se facilita la principal documentación consultada en la elaboración de este Trabajo Fin de Grado.



2. PARQUES MÓVILES DE SERVICIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS URBANOS. CASO DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL EXCMO. AYTO. DE MADRID

Se denomina Parque Móvil del Servicio de Extinción y Prevención de Incendios y Salvamentos del Ayuntamiento de Madrid al conjunto de vehículos que prestan servicio en dicha organización, atendiendo gran cantidad de salidas de diversa índole. Esta variedad en las condiciones de intervención hace necesaria la existencia de una amplia gama de vehículos con diferentes características que se adapten a las propiedades de cada tipo de siniestro y que *se activen* (se envíen a siniestro) de forma individual o conjunta según las necesidades de la intervención, conformando los diferentes *trenes de ataque* (conjunto de medios enviados a un determinado tipo de siniestro y sujetos a modificaciones según transcurra una salida).

Para el desarrollo del presente documento resulta de interés presentar y analizar el Parque Móvil de los servicios de extinción de una ciudad representativa a todos los efectos de la complejidad y variedad en intervención que se dan en las grandes poblaciones, caso de la villa de Madrid. Este análisis, realizado desde la opinión y observaciones autor, permitirá realizar un acercamiento a los tipos de vehículo en servicios de extinción de incendios y justificará la elección de la clase de vehículo a estudiar.

2.1 Características del entorno operativo

La definición de los medios necesarios en un servicio de extinción de incendios depende necesariamente de las condiciones del entorno jurisdiccional del servicio, que determinan su demanda siniestral. En el caso del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid su área de acción se corresponde principalmente con el término municipal de Madrid, pudiendo excepcionalmente colaborar con los servicios de extinción de territorios cercanos en caso de necesidad (Comunidad Autónoma de Madrid, Castilla y León y Castilla La Mancha).

El área jurisdiccional del Cuerpo de Bomberos del Ayto. de Madrid se divide en cuatro zonas de intervención (Figura 2.1) repartidas entre los doce parques del servicio: Centro (Parques 2º, 3º y 6º), Este (Parques 7º, 8º y 11º), Norte (Parques 1º, 4º y 9º) y Sur (Parques 5º, 10º y 12º) [3].

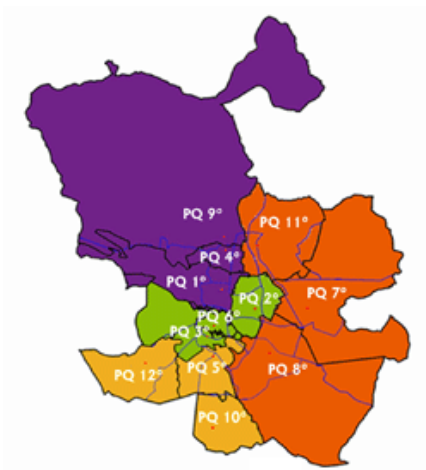


Figura 2.1: Zonas de Intervención en la villa de Madrid.

Esta sectorización permite un mejor control de la villa con la correspondiente división en el mando jerárquico. La necesidad de este reparto procede de las especiales características de una gran ciudad a nivel operativo entre las que destacan, desde el punto de vista del autor:

- Alta población: En el caso de Madrid cercana a los 3,5 millones de habitantes en el término municipal (casi 6,5 millones en la CAM).
- Características arquitectónicas: existencia de construcciones EGA (Edificios de Gran Altura), que en caso de incendio obligan en muchas ocasiones a un ataque desde el interior, gran número de ascensores instalados, grandes bloques de viviendas, amplias zonas verdes, etc.
- Alta actividad industrial y de transportes.
- Riesgo de atentado: siempre presente en grandes urbes y capitales estatales.
- Existencia de masificaciones: eventos deportivos o artísticos, alto tránsito vial...
- Influencia climatológica propia: en el caso de Madrid, clima mediterráneo continental, con temperaturas bajas en invierno y altas en verano, heladas frecuentes en el periodo invernal y nieve ocasional, lluvias intensas y vientos marcados ocasionales.



Estas características aumentan probabilísticamente el riesgo de incendio (temperaturas altas en verano, alta actividad industrial, concentración demográfica...), la necesidad de efectuar rescates (como atrapamientos en industria, ascensores o accidentes de tráfico), los daños por agua y viento (tales como afectación de estructuras, desprendimientos, caídas de árboles o inundación de locales) y la ocurrencia de otros incidentes (como escapes de gas, acceso a viviendas, intentos de suicidio o salvamentos de animales).

El número anual de intervenciones del Cuerpo de Bomberos del Ayto. de Madrid es elevado, ascendiendo a 21682 salidas de diversa naturaleza en el 2011 (Figura 2.2). Este dato sitúa a este cuerpo como el más solicitado a nivel nacional en número de actuaciones. El 34 % de las salidas se realizan para atender siniestros relacionados con incendios y explosiones siendo en el 27 % de estos casos siniestros acaecidos en vivienda. El 6% de las intervenciones totales se realizan por daños debidos a cargas de viento y en el 19 % de ellas se efectúan rescates, siendo en este grupo las excarcelaciones en accidentes de tráfico el tipo de siniestro más complejo. Cerca del 8 % de las salidas se dirigen a atender problemas de daños por agua (lo que eleva a un 14 % del total de salidas a las correspondientes a asistencia técnica) y en el 33% restante de las actuaciones totales se incluyen la atención de incidentes varios como escapes, accesos a viviendas... (20%) y salidas en falso (13%) sin intervención directa [4].

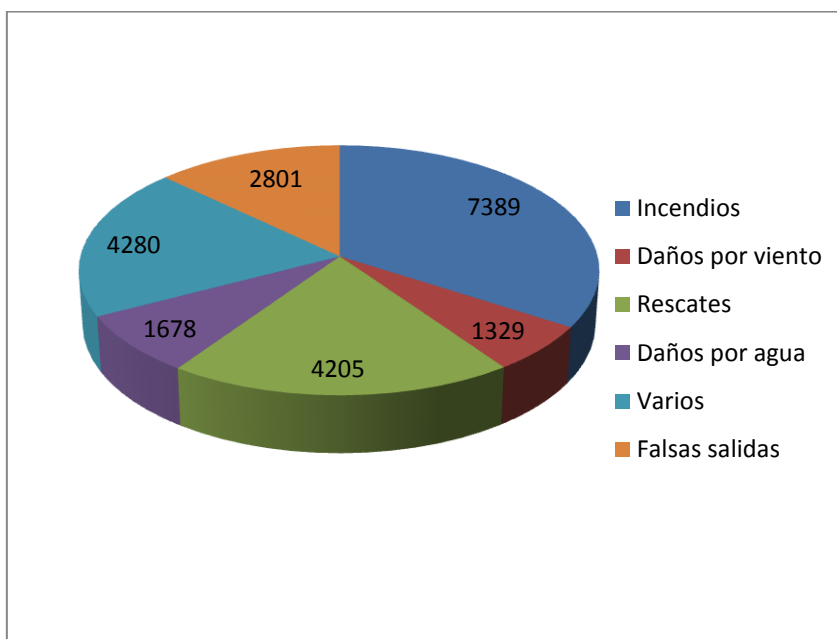


Figura 2.2: Intervenciones del SPEIS del Ayto. Madrid en el año 2011.



Por tanto, la variedad de las intervenciones llevadas a cabo en una gran ciudad como Madrid, que constituye un entorno operativo complejo, hace necesario el manejo de diferentes tipos de vehículos que se adapten a los diferentes tipos de siniestro. Se deben tener a disposición vehículos para aplacar incendios leves o incendios de grandes dimensiones, con diferentes tipos de combustibles y atmósferas (*Cuerpo de Bomba*), vehículos para trabajos en altura (*Cuerpo de Escala*), vehículos de apoyo, vehículos especiales, vehículos de mando, etc.

2.1.1 Generalización de las características del entorno. Elección del tipo de vehículo a estudio

Las características del área jurisdiccional del Cuerpo de Bomberos de Madrid podrían definir igualmente la situación operativa de la inmensa mayoría de servicios de extinción de incendios situados en grandes núcleos urbanos.

En este tipo de localizaciones los servicios de extinción atienden un gran número de incendios, efectúan gran cantidad de rescates (incluidos los llevados a cabo en accidentes de tráfico, que tanto demandan la profesionalidad de los rescatadores debido a la carga mental y física que conllevan) y realizan diariamente operaciones de asistencia técnica, entre las que destacan aquellas relacionadas con daños por agua (debidas a causas humanas o climatológicas) o daños por viento. Ambos agentes pueden dañar la estructura de construcciones que por su situación pueden causar estragos en caso de desprendimientos por lo que es necesaria la intervención del cuerpo de bomberos para valorar el estado de la estructura y la posibilidad de efectuar un derrumbe controlado (actuación muy común en el casco antiguo de ciudades europeas, donde el estado de los edificios aumenta el riesgo de desprendimientos parciales de fachadas o caídas de muros).

En las intervenciones por incendio destaca la importancia en zona urbana de los fuegos en vivienda, puesto que poseen varias características que pueden dificultar la actuación de los servicios de extinción de incendios, destacando a juicio del autor:

- Alta posibilidad de necesidad de rescates humanos (desalojo incompleto).



- Entorno de incendio cerrado: al tratarse del interior de un edificio la visibilidad puede ser nula por la alta presencia de humo. Por otra parte se favorece el aumento de temperatura de los gases en el interior del edificio/vivienda con una presencia de oxígeno decreciente, aumentando el riesgo de explosiones (efecto *backdraft*) y el de lesiones graves de las vías respiratorias, además de los riesgos de intoxicación típicos de un incendio para el personal de los servicios de emergencia y las posibles víctimas. Está presente también de forma notoria el riesgo de derrumbamiento (puede generar víctimas mortales o heridos graves y plantear serios problemas de evacuación).
- Riesgo de extensión del fuego a otras zonas del edificio y reavivamiento del mismo al salir al exterior (rotura por fachada) y posibilitarse la renovación del oxígeno necesario para la combustión.
- Presencia de elementos que aumentan la peligrosidad del incendio (instalaciones eléctricas, conducciones de gas, productos inflamables cerca de estas conducciones, etc).
- Entorno de difícil acceso: especialmente cuando el fuego se da en pisos superiores o con salida a fachada interior.

De este modo, es lógico intuir que los vehículos más representativos en cuanto a uso en los servicios de extinción urbanos sean aquellos que atienden más versátilmente los siniestros que sean a la vez más comunes y con relativa dificultad operativa, siendo este el caso de incendios (aproximadamente un 25 % de ellos son en vivienda) y rescates (destacando por dificultad y necesidad los vehiculares tras accidentes de tráfico).

Tras analizar detenidamente datos sobre el número de intervenciones llevadas a cabo por los cuerpos de bomberos de diversos entornos urbanos destacados a nivel nacional o internacional (Tabla 2.1) se pueden inferir ciertas conclusiones de interés para determinar los vehículos componentes de un Parque Móvil urbano que realizan más intervenciones:

- En la muestra estudiada un promedio del 29% de las salidas totales son por incendio.
- En un promedio del 16% de las salidas totales se realizan rescates (excarcelaciones en accidentes de tráfico, atrapamientos, etc).



- Entre cuatro y cinco salidas de cada diez presentan necesidad de vehículos dotados de sistema de bombeo (incendios) y equipos de trabajo de rescate (vehicular o no vehicular según el caso).
- Por tanto, casi el 50% de las intervenciones de un servicio de extinción urbano pueden atajarse con la actuación de vehículos de tipo BUP (Bomba Urbana Pesada) o BUL (Bomba Urbana Ligera), que se describirán en el apartado 2.2 del presente Trabajo de Fin de Grado (se equipan con sistemas anti-incendios y de rescate).

Tras alcanzar estas conclusiones, teniendo en cuenta que se pretende estudiar un vehículo representativo de un cuerpo de bomberos urbano, se elegirá un vehículo de tipo BUP (Bomba Urbana Pesada) para realizar una propuesta de Plan de Seguridad Operativa (PSO).

Tabla 2.1: Número de salidas por tipo en diferentes zonas urbanas.

Tipo de Salida Ciudad (Año del estudio)	Incendio	Asistencia Técnica	Rescates	Otros/Falsa Alarma	Total
Madrid (2011) [4]	7389	3007	4205	7081	21682
Barcelona (2011) [5]	3119	3554	3588	4319	14580
Zaragoza (2011) [6]	1489	1299	3992	120	6900
San Sebastián (2012) [7]	506	863	314	395	2078
Londres (2006) [8]	37077	45093	6186	62697	151053
Manchester (2006)[8]	5745	1329	975	4662	12711
Nueva York (2012) [9] [10]	39834	206783		22567	9184
Toronto (2012) [11]	10248	7795	2579	1854	22476
Milán (2010) [12]	9695	5417	1458*	21276	37846
Roma (2010) [12]	12477	7076	1339*	24920	45812



2.2 Clasificación de Vehículos. Presentación del Parque Móvil del Servicio de Prevención y Extinción de Incendios y Salvamentos del Ayto. de Madrid.

En este apartado por un lado se presenta la clasificación general de los tipos de vehículos que actúan en los servicios de extinción de incendios. Por otro lado, se realiza una introducción a la composición del Parque Móvil del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid y al modo de operación en su gestión para atención a siniestro. La clasificación general presentada para los tipos de vehículos se ha realizado siguiendo las recomendaciones de la *Dirección General de Emergencias y Protección Civil del Ministerio del Interior* que instan a una unificación a nivel nacional en los criterios de clasificación de vehículos de bomberos según dicta su “*Manual de Instrucciones y Códigos. Grupo de Códigos VIII. Tipos de Vehículos*” refrendado por el *Real Decreto 1053/1985 de 25 de mayo* y la posterior *Orden Ministerial de 31 de octubre de 1985* [13]. También se ha seguido como directriz teórica la adaptación de este manual realizada por el *SPPLB (Sindicato Profesional de Policías Locales y Bomberos de la Comunidad Valenciana)* [14].

Asimismo se desarrollarán las características generales de las principales tipologías vehiculares que trabajan en el Servicio, con mayor detención en los Vehículos de Extinción, dado que en el presente Trabajo de Fin de Grado se lleva a cabo un *Plan de Seguridad Operativo* resumido para una de sus unidades.

2.2.1 Vehículos contra Incendios

Conviene introducir el concepto de *Vehículos contra Incendios* que se maneja en el ámbito de los servicios de extinción. Esta denominación se refiere a cualquier unidad de transporte móvil que, estando motorizada, está equipada para realizar las tareas propias de los servicios de extinción de incendios y salvamentos. Estos vehículos deben ajustarse a la *Norma UNE 23-900-83* que determina sus especificaciones básicas [15].

Los *Vehículos contra Incendios* constan, básicamente, de dos partes fundamentales:



- Autobastidor. Es el elemento principal, que sirve como base del vehículo y apoyo de la *Superestructura*. Es el vehículo-base comercial o “en chasis”.
- Superestructura. Es el equipamiento singular de cada vehículo y le permite desempeñar una serie de funciones determinadas, como pueden ser la de actuar como grúa, *escalera o escala*, autobrazo, bomba de aspiración o impulsión, etc. Los *Vehículos contra Incendios*, en función de su superestructura, pueden clasificarse como *Vehículos de Extinción*, *Vehículos de Salvamento*, *Vehículos Auxiliares*, *Vehículos Especiales*, *Remolques* y por último *Aeronaves, embarcaciones y otros*.

2.2.1.1 Vehículos de Extinción

Los *Vehículos de Extinción* están especialmente diseñados para realizar el “ataque a fuego” (extinción de los incendios) y tienen como principal misión la de lanzar y/o proporcionar el agente extintor usado para sofocar el incendio (agua, espuma, polvo polivalente, etc.) a la presión adecuada para cada una de las situaciones en siniestro posibles. Para ello, dichos vehículos cuentan con bombas y depósitos de agentes extintores adecuados para cada campo de aplicación, de forma que las conexiones de alimentación y las salidas de impulsión poseen unos diámetros normalizados. Poseen controles de bomba, motor, niveles de la cisterna y dispositivos de apertura y cierre que son controlados por el bombero-conductor en siniestro. Los Vehículos de Extinción permiten lanzar agua bien alimentándose de la propia cisterna, bien de una red de suministro o desde otro vehículo. Poseen un equipo generador de espuma en el sistema de bombeo con carácter de mezclador-dosificador de espumógeno de acción regulable, entre el 0 y el 6% (composición de la mezcla agua-espumógeno).

En consecuencia, los Vehículos de Extinción además de estar provistos de *tanques o cisternas* y bombas para aspiración e impulsión de agentes extintores, equipan una serie de compartimentos o cofres (en el argot *armariada*) que pueden almacenar y transportar las mangueras o *mangajes* y todo el material complementario que sea necesario para realizar las funciones de extinción. Pueden también portar otros equipos de trabajo que confieren una gran versatilidad a este tipo de vehículos (herramientas hidráulicas de excarcelación vehicular, palas, sierras...).



Estos vehículos poseen ciertas características básicas estructurales y de equipamiento:

Autobastidor

En realidad es un vehículo adquirible en el mercado para otro tipo de función, pero sin carrocería comercial, es decir, “en chasis”. Sobre esta base se monta el conjunto de los elementos que definen el vehículo (*Superestructura*), de forma que se añaden los sistemas de equipamiento característicos del mismo como vehículo de emergencias. El *tanque o cisterna* (depósito que alberga el/los agentes extintores) se suele unir al chasis mediante un sistema de suspensión. Es habitual que la cabina del vehículo sea sencilla o doble, según el personal que se quiera albergar (*dotación o escuadra*).

Subsistemas del vehículo base

Están montados sobre el chasis. La transmisión para accionamiento de la bomba del vehículo (habitualmente centrífuga) es capaz de transmitir en servicio continuo las potencias exigidas para su operación. Los vehículos de extinción modernos incorporan todos los sistemas de seguridad y comodidad en la conducción habituales (ABS, asistencia en la dirección...). Además se impone cada vez más el cambio automático.

Carrocería

Es el conjunto del vehículo que está diseñado para transportar a las dotaciones de personal y material hasta el lugar del siniestro. Por ello, reúne una serie de elementos con características peculiares:

- La *cabina* en los vehículos contra incendios urbanos, es preferentemente doble. Tiene, en general, capacidad para conductor y entre dos y cinco bomberos.
- Los *armarios* son los espacios de alojamiento del material y están diseñados para soportar perfectamente los elementos que se transportan. Los suelos de los cofres son de material resistente e inoxidable.
- Los *elementos de protección* (parachoques) están dispuestos de forma que protegen el sistema de bombeo, que normalmente se encuentra en la parte posterior. Por otro lado, respecto a las pinturas y revestimientos



sobre una base anticorrosiva se pintan en negro las zonas sobre llantas y bastidor y en blanco la zona situada sobre el parachoques.

Equipo eléctrico

La instalación y el equipo eléctrico funcionan con tensiones nominales típicas de 24 V y se dispone de un alternador capaz de suministrar una corriente de 50 A. Además de las luces propias del vehículo, se monta un faro orientable de al menos 200 mm de diámetro en la parte anterior de la cabina con un circuito eléctrico independiente. Junto a ello, estos vehículos se dotan de una sirena que emite a 95 decibelios (dB) medidos a 30 metros del vehículo y disponen de instalación de sistema de comunicaciones.

Instrumentos de control y medida

Los *Vehículos contra Incendios* están dotados de un tablero completo de instrumentos en cabina, provisto de: cuenta-kilómetros, cuenta-horas de bomba, amperímetro, termómetro para agua de refrigeración, indicador de combustible, indicadores del sistema de calefacción e indicadores de luces intermitentes. Además también suelen poseer otros instrumentos que facilitan un mejor control y verificación del buen estado de la unidad hidráulica, en el panel de mandos de ésta.

Depósito o Cisterna

Sus características dependen del tipo de vehículo y modelo que se considere, sin embargo, en todo caso es resistente a la corrosión interior y no altera las propiedades del agente transportado. Se suele construir en materiales metálicos inoxidables (acero laminado en frío, aceros resistentes a corrosión, aluminio, etc) o de planchas de polietileno con fibra de vidrio reforzada. Normalmente están fijados al chasis directamente mediante un sistema de elementos elásticos que amortiguan las vibraciones que se puedan producir.

Entre sus principales elementos constituyentes se encuentran el rebosadero, la llave de purga, la boca de hombre, las correspondientes canalizaciones de llenado y descarga, la válvula de aspiración, y para que se eviten remolinos en el agua y los efectos inerciales que pudieran comprometer la estabilidad del vehículo también poseen unos tabiques interiores denominados *rompeolas*. Por lo general, estos depósitos poseen formas de prisma para capacidades de hasta 4000 litros, y cilíndricas para capacidades de



hasta 12000 litros. Además, también existen unos caudales máximos de llenado, los cuales se han fijado en 1.200 l/min para las cisternas que poseen una capacidad inferior a los 1.500 litros y de 1.500 l/min para los restantes vehículos.

Sistema de Bombeo. Bombas hidráulicas

Las bombas hidráulicas que exige la *Norma UNE 23900:1983* para estos vehículos son centrífugas fijas al sistema de bombeo o motobombas portátiles, de forma que sean accionadas por el propio motor del vehículo o con motor independiente portátil. Estas bombas son de aleación resistente a la corrosión y permiten el uso de agua salada. A pesar de que su uso suele ser en impulsión para lanzar el agente extintor pertinente deben estar preparadas para aspirar agua en una línea de aspiración de al menos 7,5 m (realmente se diseñan para líneas mayores) lo que permite rellenar la cisterna o realizar una impulsión directa a fuego del fluido aspirado. El sistema de bombeo puede trabajar en modo de Alta o Baja Presión e incluso en algunos modelos a ambos a la vez (cuando existe una bomba por cada nivel de presión). Su normativa define unos requerimientos mínimos en función del modelo de vehículo en el que se instalen (Tabla 2.2) y una nomenclatura propia (Tabla 2.3).

Tabla 2.2: Presiones y caudales mínimos exigidos para bombas en Vehículos contra Incendios.

Tipo de Vehículo	Parámetro	Alta Presión (AP)	Baja Presión (BP)
BUP, BUL	P (Presión de aporte) (bar)	30	8
	Q (Caudal) (l/min)	200	1600
BCA	P (Presión de aporte) (bar)	8	
	Q (Caudal) (l/min)	2400	

Tabla 2.3: Nomenclatura y características mínimas exigidas para bombas instaladas en Vehículos contra Incendios.

Parámetro	B 8/8	c 2/30	B 16/8	c 2.5/35	b 2.5/35
P (Presión de aporte) (bar)	8	30	8	35	8
Q (Caudal) (l/min)	800	200	1600	250	3200
P' (Presión a cto. cerrado) (bar)	16	35	16	40	16
Tiempo de cebado (a 7,5 m) (s)	60	-	60	-	60



Equipamiento de trabajo

Cada tipo de vehículo posee un conjunto de materiales y equipos característicos que deberán ser apropiados al campo de aplicación y entorno operativo en el que actúa, de forma que pueda resolver la clase de siniestros que atiende. No todos los vehículos de incendios tienen la misma clase, modelo y número de equipos y materiales, ya que incluso el mismo prototipo de vehículo, por razones de operación y entorno peculiares, es equipado de distinta manera por el servicio al que pertenece. No obstante, la normativa fija unas clases de conjuntos de equipamiento y materiales mínimos que deben llevar incorporados. En consecuencia, establece dos tipos de equipamientos o dotaciones materiales: el *básico* y el *adicional*, aunque para mejor operatividad se puedan completar ambos equipamientos a criterio de cada cuerpo. El primero de ellos, *Equipamiento de Tipo A*, está compuesto por una lista de equipos que son imprescindibles para actuar en los tipos de siniestro para el cual está diseñado el vehículo; el segundo de ellos, *Equipamiento de Tipo B*, comprenderá los equipos que son considerados complementarios y que en el fondo también resultan indispensables para el buen desarrollo de las funciones que se deben ejecutar, puesto que así lo habrá decidido el cuerpo en cuestión. Se pueden completar dichos equipamientos con elementos tan variados como explosímetros, vestuario especial, depósitos de combustible o agentes extintores, material de corte y fuerza (excarcelación vehicular), material de demolición y apuntalamiento, etc; así como aumentar el número de elementos.

Conviene conocer los tipos de equipamiento de forma concreta ya que un objetivo del presente Trabajo Fin de Grado es prevenir los riesgos en la utilización de sus elementos más representativos.

Equipamiento o Dotación de Tipo A

Este equipamiento, considerado como *básico*, está constituido por un conjunto de materiales y equipos que son apropiados para realizar las labores básicas de los servicios de extinción. Se estima su masa en unos 450 kg. Se presentan los elementos esenciales en materias de extinción, (Tabla 2.4) demolición, (Tabla 2.5) iluminación y señalización (Tabla 2.6) y de salvamento (Tabla 2.7).



Tabla 2.4: Material de extinción de Tipo A.

Material de extinción	Unidades	Longitud (m)
Extintor de Polvo ABC de 12 Kg	1	-
Mangote ($\phi=100$ mm)	4	2
Filtro o Avispero para Mangotes	1	-
Rollo de Manguera de 20 metros ($\phi=70$ mm)	6	120
Rollo de Manguera de 20 metros ($\phi=45$ mm)	8	160
Rollo de Manguera de 20 metros ($\phi=25$ mm)	8	160
Carrete de Pronto Socorro ($\phi=25$ mm) (semirrígida)	1	40
Lanza de $\phi=70$ mm de tres efectos	1	-
Lanza de $\phi=45$ mm de tres efectos	1	-
Lanza de $\phi=25$ mm de tres efectos	1	-
Lanza-pistola de tres efectos de P.S ($\phi=25$ mm)	1	-
Lanzas para espuma de 45 mm (200 l/min)	2	-
Colector aspiración de bomba de 2 x 70/100 mm	1	-
Torre-Enlace a bocas de incendio 100/2x 70 mmm	1	-
Bifurcación de 70/2 x 45 mm con llaves	2	-
Bifurcación de 45/2 x 25 mm con llaves	1	-
Reducción de 70/45 mm	2	-
Reducción de 45/25 mm	1	-
Premezclador-dosificador de espuma portátil (200 l/min)	2	-
Juego de llaves para bocas de incendio	2	-
Juego de llaves para mangotes	1	-
Juego de tapafugas para mangajes ($\phi=70, 45, 25$ mm)	9	-



Tabla 2.5: Material de demolición de Tipo A.

Material de demolición	Unidades
Hacha-pico	1
Pala	1
Zapapicos	2
Pata de cabra de 70 mm	1
Sierra tronadora de 700 mm de longitud	1
Gancho para fardos	2
Mazo	1
Machete	1
Juego de 3 cortafríos y 1 Punzón	1

Tabla 2.6: Material de iluminación y señalización de Tipo A.

Material de iluminación y señalización	Unidades
Faro orientable	1
Soporte de faro con 25 metros de cable en tambor enrollable	1
Linternas de mano recargables	2
Triángulos plegables de señalización de peligro de incendio	2

Tabla 2.7: Material de salvamento de Tipo A.

Material de salvamento	Unidades
Cuerda de 40 metros para cargas de 1000 Kg.	1
Cuerdas guías de 20 metros para cargas de 1000 Kg.	2
Escalera de corredera de 2 x 4,5 metros (8 metros útiles).	1
Botiquín de Primeros Auxilios.	1



Equipamiento o Dotación de Tipo B

Este equipamiento está considerado como adicional y estará constituido por el conjunto de elementos que complementan al de *Tipo A* (Tabla 2.8). En su conjunto se estima con una masa de 200 Kg. Es esencial resaltar que este equipamiento, lejos de ser secundario (a pesar de su consideración por la norma como “adicional”) es de suma importancia en la intervención de los servicios de bomberos y en la mayor parte de ocasiones es ampliado en variedad de elementos y en número de ellos.

Tabla 2.8: Material del Equipamiento de Tipo B.

Material de Tipo B	Unidades
Extintor de CO_2 de 8 kg	1
Pasamangueras	2
Recipientes de 20 litros de espumógeno	2
Pares de Guantes aislantes térmicos	2
Pares de Guantes aislantes eléctricos	2
Pares de Guantes de protección general	2
Radioemisora	1
ERA de Aire comprimido (30 min de autonomía mínima)	2
Botellas de aire de recambio para los equipos de respiración	2
Motosierra mixta	1
Cortacables de hasta 10 mm de grosor de mango aislante	1
Bichero de tipo arpón	1
Escaleras de ganchos de 4 metros de longitud	2
Atalajes o arneses para labores de rescate	2
Pértiga aislante desmontable hasta 40 kV	1
Camilla plegable	1

Según su cometido concreto, los Vehículos de Extinción pueden ser clasificados en *Vehículos Autobomba o Autobombas* y *Vehículos de Agentes Específicos*.



Autobombas

Las *Autobombas* son un conjunto de vehículos que, por sus características (entre ellas el sistema de bombeo que incluyen), son básicos para los servicios de extinción que necesiten resolver siniestros donde el fuego esté presente, de ahí que estos vehículos formen parte de la base de cualquier *tren de salida* o *tren de ataque* (medios enviados a siniestro) que los diferentes cuerpos de bomberos establecen como protocolarios en sus salidas.

Además de ser un vehículo primordial para cualquier servicio de extinción, tienen unas características generales propias entre las cuales destacan el hecho de transportar su propio agente extintor (principalmente agua), disponer de un sistema de bombeo adecuado a los agentes extintores utilizados y la misión de transportar medios humanos y materiales necesarios para poder actuar con cierta autonomía. Poseen algunos parámetros de importancia:

- Relación potencia-masa. Hay que considerar que esta relación es de vital importancia, ya que un vehículo excesivamente pesado o falta de potencia no cumplirá las expectativas en intervención.
- Equipamiento mínimo. La normativa [13] define estos vehículos no solo como extintores de incendios sino como elementos de especial versatilidad dentro de los servicios de extinción de incendios. Esto es apreciable en la variedad de características de los equipamientos básicos (A y B) y en la extensión de estos medios mínimos que realizan los cuerpos de bomberos en esta clase de vehículos.

Autobombas Urbanas

Son los vehículos básicos de los servicios de extinción de incendios y salvamentos urbanos que, por su dotación, permiten desarrollar una tarea eficaz en siniestros varios en edificios, vía pública o recintos industriales. Sólo existen dos tipos según la nomenclatura oficial (*BUL* y *BUP*), de forma que la principal diferencia que existe entre estos vehículos es el tamaño y, por tanto, la capacidad y potencia que poseen. Así podemos decir que las *Autobombas Urbanas* son el vehículo de bomberos por excelencia. Es de interés describir las características generales de este tipo de vehículos urbanos.



Autobomba o Bomba Urbana Ligera (BUL)

Es un vehículo clasificado como *contra Incendios*, y cuyo campo de aplicación más indicado son las zonas urbanas de reducidas dimensiones, que demanden una fácil circulación y maniobrabilidad. Actúan en primera intervención de forma efectiva debido a su completo equipamiento. Poseen las siguientes características:

- Son capaces de realizar todas las operaciones elementales en incendios (extinción y salvamento)
- Ataque con dos lanzas de 45 mm a incendio situado a 100 m de distancia.
- Ataque con cuatro lanzas de 45 mm a incendio situado a 80 m de un punto de abastecimiento de agua.
- Ataque con dos lanzas de 25 mm a incendio situado a 80 m de distancia.
- Ataque a incendio con dos lanzas de espuma de 200 l/min de caudal mínimo.

Por tanto, sus dimensiones son pequeñas, su potencia es limitada, y sus medios son reducidos, de forma que se suele utilizar en siniestros localizados y de relativa poca importancia. La norma de clasificación de estos vehículos especifica que deben cumplir lo siguiente:

- Motor de tipo Diesel y sistema de tracción a un eje
- Capacidad de carga mínima de 2.000 Kg y capacidad mínima de la cisterna de 800 litros
- Relación potencia-masa mínima de 15 CV/t
- Velocidad máxima de 90 km/h
- Dotación en cabina de al menos un Mando, un conductor y de dos a tres bomberos.
- Su principal agente extintor será el agua, portando además como agentes extintores adicionales bidones de espuma, extintores de CO₂ y polvo polivalente.
- Bomba contra incendios del tipo B-16/8 o bien C-2/30
- Salidas de impulsión mínimas : 2 de 70 mm, 1 de 45 mm, y 1 de 25 mm
- Al menos portarán un carrito de emergencia semirrigido de 25 mm con 40 metros mínimo de largo, material de tipo A y B en departamentos accesibles, dispositivo de remolque de 750 kg y un mezclador para



espuma capaz de suministrar 400 l/min (incluido en el propio sistema de bombeo o en forma portátil).

Autobomba Urbana Pesada (BUP).

Es un vehículo clasificado como *Vehículo contra Incendios*, cuyo campo de aplicación son las grandes zonas urbanas e industriales gracias a las prestaciones que desarrolla. Presenta una buena capacidad de movilidad, aunque no tan notable como los vehículos de tipo *BUL*. Esto dificulta la operación en calles estrechas, pero se trata de un vehículo absolutamente representativo de un servicio de extinción de incendios urbano, que atiende una gran variedad de salidas que presentan dificultad (extinción de incendios complejos, rescates vehiculares, etc). Su reserva de agua le permite actuar en primera intervención con cierta independencia, si bien en incendios prolongados necesitará apoyo de una red de agua externa (hidrantes o vehículos cisterna). Este tipo de vehículos permite llevar a cabo al menos las siguientes maniobras:

- Toda operación de extinción con mayor independencia que los vehículos *BUL*.
- Ataque a incendio con 2 lanzas de 25 mm a 100 m de distancia del vehículo.
- Ataque con 4 lanzas de 45 mm a fuego situado a 100 m de distancia de un punto de agua.
- Ataque a incendio con dos lanzas de espuma con un caudal de al menos 400 l/min.

La normativa [13] especifica que estos vehículos deben cumplir lo siguiente:

- Motor de tipo Diesel, con un sistema de tracción a un eje.
- Capacidad de carga mínima de 4300 kg y capacidad mínima de agentes extintores en cisterna de 3.000 l, siendo de agua al menos 2500 l en caso de portar varios agentes.
- Relación potencia-masa mínima de 15 CV/t (la potencia de estos vehículos ronda normalmente los 250 CV).
- Velocidad máxima de 100 km/h.
- Dotación en cabina de al menos un Mando, un conductor y de tres a cinco bomberos.



- Su principal agente extintor será el agua, portando además como agentes extintores adicionales bidones de espuma, extintores de CO₂ y polvo polivalente suficientes a criterio del servicio de extinción y en mayor cantidad que una unidad *BUL*.
- Bomba contra incendios del tipo B-16/8, C-2/30 o bien C-2,5/35 (aunque normalmente se instalan una bomba para AP de *tipo C* y otra para BP de *tipo B*, constituyendo un *Sistema de Bombeo Combinado*).
- Salidas de impulsión mínimas: 2 de 70 mm , 2 de 45 mm, y 1 de 25 mm.
- Poseerán al menos dos carretes de emergencia semirrígidos de 25 mm con 40 metros de largo, varias dotaciones de material de *tipo A* que deben ser complementadas con las correspondientes de *tipo B* y dispuestas en la cabina y en los diferentes cofres de forma ordenada y accesible.
- Dispositivo de remolque de 1500 Kg.
- Generador de espuma regulable de dosificación del 0% al 6% capaz de suministrar de 200 l/min a 800 l/min.

Existen otras clasificaciones de *Autobombas* según el medio en el cual se utilizan como las *Autobombas Forestales*, subclasificadas en ligeras (*BFL*) o pesadas (*BFP*) o las *Autobombas Rurales*, igualmente subclasificadas (*BRL* y *BRP*). Estos vehículos operan fuera del entorno puramente urbano aunque el desarrollo de las grandes ciudades termina englobando zonas de características forestales o núcleos de población más pequeños que pueden tipificarse como zonas rurales, según el ámbito de la extinción de incendios.

Dadas esta diversidad y mezcla de entornos existen cuerpos específicos de bomberos forestales o con un radio de acción más genérico que los cuerpos urbanos de administraciones locales, como el Cuerpo de Bomberos de la Comunidad Autónoma de Madrid, que replica el trabajo de su homólogo del Ayuntamiento de Madrid fuera del área de acción de la villa de Madrid.

Otros cuerpos se encargan de áreas dependientes de administraciones locales más reducidas y menos complejas que el Ayuntamiento de Madrid (siguiendo con el ejemplo de la CAM). Así existen servicios como el Móstoles, Fuenlabrada o Alcorcón. Todos ellos establecen puntuales colaboraciones mutuas en caso de necesidad.



Toda esta organización hace que este tipo de vehículos no estén presentes salvo contadas excepciones (*Bomba de Pasto*) en el Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid. Sus características son similares a las de las *Bombas Urbanas* en sus clasificaciones ligera y pesada, con las destacables diferencias de poseer los vehículos rurales y, sobretudo, forestales, una menor compartimentación para mejorar el acceso al material, dada la extrema inestabilidad de incendios en entornos con gran vegetación (se busca ganar tiempo). Además los vehículos forestales deben incluir tracción total debido a la menor practicabilidad de los terrenos donde operan.

Autobombas Nodrizas (Cisternas)

Las *Autobombas Nodrizas* son vehículos utilizados por los servicios de extinción de incendios para desarrollar tareas de lucha directa contra el fuego o bien en tareas de abastecimiento de agente extintor (normalmente agua) a otro vehículo, siendo esta su labor fundamental. También se les denomina *Vehículos Cisterna* dada su necesaria misión de abastecer a los vehículos de ataque para que realicen o continúen su labor en incendios especialmente complejos y cuya extinción suele durar horas o incluso días.

De acuerdo con la nomenclatura oficial de *Protección Civil* solo existen dos tipos de *Autobombas Nodrizas* (*BNL* y *BNP*) en sus versiones ligera y pesada. Suelen clasificarse según el agente extintor que portan. De esta forma existen *Autobombas Cisterna para Agua (BCA)* que son vehículos que pueden actuar en gran número de incendios debido a las características polivalentes de extinción del agua, que permite actuar refrigerando el combustible (*extinción por enfriamiento*), desplazando el oxígeno del aire (*comburente*) impidiendo la combustión (*extinción por sofocación*), actuando por desplazamiento físico del material combustible respecto a la llama, etc.

También existen *Autobombas Cisterna para Espuma (BCE)*, vehículos cuya aplicación más indicada es la lucha contra los incendios industriales. Esto es debido a las características de extinción del agente que portan, puesto que las espumas (*de alta o baja expansión*) poseen grandísimas cualidades de sofocación lo que les hace especialmente indicadas para lucha contra fuegos en lugares con gran concentración de líquidos inflamables. Asimismo su capacidad de expansión hace que los vehículos que las portan puedan actuar con ventaja en situaciones en las que sea necesario inundar una instalación, con la gran seguridad que supone atacar el incendio de forma indirecta en lugar de en



primera persona por parte de los profesionales del servicio en cuestión (actuación más probable en vehículos portadores de agua).

Las características principales que poseen el conjunto de este tipo de vehículos según su clasificación en el *Manual de Instrucciones y Códigos de Protección Civil* son:

Autobomba Nodriza Ligera (BNL)

Por sus dimensiones reducidas puede maniobrar en lugares y situaciones con acceso de relativa dificultad y por su reserva de agua, potencia del sistema de bombeo y material puede efectuar una acción moderada en incendios pequeños y medianos. En su equipamiento se incluyen elementos para su propio abastecimiento de agua, apoyándose en la red urbana de hidrantes. Estos vehículos pueden desarrollar las maniobras elementales de extinción, no siendo necesario que equipen doble cabina. En ellos se permite la instalación de mangotes de 125 mm y no existen necesidades específicas de equipamiento *de tipo B*, aunque es habitual que porte equipos ERA (Equipos de Respiración Autónomos) y resto del material *de tipo A*, ampliable a criterio del servicio en cuestión.

No obstante la norma sí obliga al cumplimiento de ciertas características básicas:

- Motor de tipo Diesel, tracción a un eje y velocidad máxima de 90 km/h
- Capacidad mínima de la cisterna 5.500 litros y bombas análogas a las del BUP.
- Relación potencia-masa mínima de 11 CV/t y potencia de 200 CV.
- Cabina simple con capacidad para un conductor y un bombero.
Su agente extintor principal será agua y es aconsejable incorporar 500 litros de espuma (en mezcla directa o en cisterna multiagente).
- Salidas mínimas de impulsión: 2 de 70 mm, 1 de 45 mm y 1 de 25 mm.
- Al menos un carrete de emergencia semirrígido de 25 mm y 40 m de longitud.
- Material *de tipo A* y opcional *de tipo B*.
- Recomendable portar bombas auxiliares externas.



Autobomba Nodriza Pesada (BNP)

Este tipo de vehículo posee unas características similares al anterior, sin embargo, posee unas mayores dimensiones, una mayor capacidad de cisterna y más potencia en su sistema de bombeo, además de una disponibilidad mayor de material.

En la práctica este tipo de vehículos suelen tener una utilización escasa (ya que existen pocos servicios de fuegos extensos). Además hay que añadir que existen ciertos problemas en la utilización de estos vehículos, puesto que la elevada potencia de sus bombas genera un uso ineficiente de las mismas cuando se usa como vehículo nodriza de otro vehículo cuyas capacidades de trabajo en caudal son menores y a su vez, cuando se utiliza como vehículo de ataque a pleno rendimiento, es fácil llegar a una situación de desabastecimiento, puesto que necesita de otros vehículos análogos (y no de menor capacidad de bombeo, que son los más abundantes en servicios de extinción) para trabajar en estacionario.

Las prestaciones mínimas que se exigen a este tipo de vehículos son:

- Motor de tipo Diesel, tracción a un eje y velocidad máxima de 90 km/h.
- Capacidad mínima de la cisterna de 8.000 litros.
- Bomba similar a la que posee el BUP o bien del tipo B-24/8.
- Relación potencia-masa mínima de 11 CV/t y potencia de 200 CV.
- Cabina simple con capacidad para 1 conductor y 2 bomberos.
- Material de tipo A y opcional de tipo B.
- Su agente extintor principal será agua y será recomendable incorporar 800 litros de espuma.
- Salidas mínimas de impulsión: 4 de 70 mm y 1 de 25 mm.
- Incorporará al menos un carrete de emergencia semirrígido de 25 mm y 40 m de longitud.
- Recomendable portar bombas auxiliares externas.



Vehículos de Agentes Específicos

Estas unidades móviles están diseñadas para transportar y lanzar otros tipos de agentes extintores distintos al agua, que está considerado como *agente extintor universal*.

Estos vehículos no poseen normativa UNE propia, pero el *Manual de Instrucciones y Códigos de Protección Civil* define su nomenclatura y misión. Contempla dos clases de *Vehículos de Agentes Específicos (VAE)*: *Vehículos con Agente Único (VAU)* y *Vehículos de Múltiples Agentes (VMA)*.

Vehículos con Agente Único (VAU)

Estos vehículos fueron concebidos para atender aquellos fuegos en los que el agua como agente extintor era inoperante o entrañaba peligro, caso de fuegos eléctricos.

Aunque los diferentes cuerpos de bomberos adquieren y adaptan estas unidades según su criterio y necesidades, pudiéndose englobar algunas de ellas en otras clasificaciones, pueden proponerse como tipos principales los *Vehículos de Espuma, de Polvo, de CO₂ y de Agentes Absorbentes*.

Vehículo de Espuma

Son muy similares a las ya presentadas *Autobombas Cisterna para Espuma* y, por tanto, su equipamiento les permite desempeñar las funciones que les exigía la normativa [13] a las BCE. Sin embargo, estos vehículos pueden estar diseñados para primera intervención, y no para cumplir la misión de *Cisternas* (aunque una *Cisterna* puede desempeñar labores de ataque, se les considera en primer lugar vehículos de apoyo), en cuyo caso deben obligatoriamente incluir los *Equipamientos de tipo A y B* y es recomendable que se diseñen con doble cabina para alojar un mando, un conductor y varios bomberos.

Estos vehículos disponen de cisternas de agua con capacidades que suelen oscilar entre los 2500 y los 11000 litros y pueden estar equipados con depósitos de espuma de distinta clase (*baja, media y alta expansión*) con capacidades que oscilan entre 200 y 1000 litros. Incorporan lanzas de espuma de tipo manual (con caudales de trabajo que oscilan entre 200 l/min y 800



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

l/min), lanzas monitoras (comúnmente hasta 3000 l/min), y generadores de espuma. Su campo de aplicación se encuentra en los siniestros que se producen en industrias, especialmente en las petroquímicas. Son efectivos en fuegos de hidrocarburos, productos químicos, accidentes en transporte de mercancías inflamables, etc.

Vehículos de Polvo

Estos vehículos son unidades móviles de tracción a un eje que pueden tener diversos tamaños. El agente extintor que transportan es el Polvo Seco (Polvo Químico Polivalente de tipo ABC) llevando incorporadas una o varias bombas de nitrógeno, que actúa como agente impulsor. La capacidad de su depósito oscila entre los 1000 y 6000 litros, y suelen portar diferentes clases de lanzas de proyección e incluso de tipo monitor. Este tipo de vehículos generalmente son usados para resolver los siniestros que se producen en entornos industriales, aeropuertos, industria química, etc. Las excelentes propiedades inertes del Polvo ABC hacen de estas unidades las indicadas para fuegos de tipo eléctrico donde el uso de soluciones acuosas como agente extintor entraña grave riesgo, al existir la posibilidad de creación de un entorno eléctricamente conductor.

Vehículo de Anhídrido Carbónico (CO₂)

Estos vehículos, de nieve carbónica, son unidades de muy diferentes tamaños y tracción generalmente a un eje. Incluyen diversas botellas de Anhídrido Carbónico de forma que su funcionalidad está principalmente destinada a sofocar aquellos incendios que tienen un origen de tipo eléctrico o donde el riesgo de electrocución por atmósfera conductora es acusado (agente eléctricamente inerte).

El coste de estos vehículos es alto y su funcionalidad muy concreta por lo que su presencia en los cuerpos de bomberos es reducida en número de unidades.

Vehículo de Agentes Absorbentes

Estos vehículos pocas veces aparecen referenciados en normas o manuales de bomberos pero son de extraordinaria utilidad. Los vehículos areneros son unidades móviles de tamaño medio que portan arena seca y que permiten resolver servicios donde es necesaria la contención o recogida de



líquidos (aceites, gasolinas...) que pueden ocasionar un riesgo público para los ciudadanos, el tráfico rodado o el medio ambiente. Debido a su función, estos vehículos normalmente se equipan con utensilios (palas o similares) que sirven para retirar la arena contaminada.

No obstante existen además vehículos especiales que transportan otros tipos de agentes, diferentes a la arena, que gracias a poseer un alto poder de absorción sobre las sustancias líquidas (suelen ser virutas de materiales tratados con gran poder de absorción) están indicados para esta función.

Vehículos de Múltiples Agentes (VMA)

Estas unidades transportan diferentes agentes extintores, generalmente agua, espuma y polvo junto con nitrógeno como agente impulsor. Esto les confiere un abanico de actuación de enorme amplitud en siniestros con fuego. Puede decirse incluso, si se tiene en cuenta que pueden combinarse agentes de cualquier índole que bien equipados pueden actuar en cualquier tipo de incendio, constituyendo *Vehículos de Extinción Universal*.

Actualmente destaca la presencia de estos vehículos en los servicios de extinción aeroportuarios, por la diversidad de fuegos que pueden tener lugar en estos entornos. Estos modelos aeroportuarios suelen equipar lanzas monitoras controlables desde la cabina y tracción total.

2.2.1.2 Vehículos de Salvamento

Son aquellas unidades móviles que se usan para rescate en diferentes medios. Dentro de esta clasificación tradicionalmente se incluyen los *Vehículos de altura* pero con el objetivo de seguir las recomendaciones clasificatorias de *Protección Civil* se van a englobar dentro de este grupo de vehículos exclusivamente los *Furgones de Salvamentos Varios*, las *Ambulancias*, los *Furgones de Equipo Acuático* y los *Furgones de Escalada y Espeleología*.

Furgones de Salvamentos Varios (FSV)

Representan el vehículo de salvamento por excelencia, se trata generalmente de un vehículo de apoyo en siniestros que presentan características concretas en cuanto a rescate de personas, animales o bienes (rescates vehiculares, suicidas, etc). Es un vehículo adaptable según el criterio de cada cuerpo de bomberos existiendo incluso unidades especiales, como es el



caso del *Furgón de Colchones* del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid. Suelen clasificarse según su tamaño:

Vehículo de Salvamento Pesado (VSP)

Se usa en intervenciones complejas, cuando es necesario el uso de equipos de corte y excarcelación, evacuación de humos, iluminación y señalización, fugas, material de primeros auxilios, gatos, cuerdas, etc.

Vehículo de Salvamento Ligero (VSL)

Se trata de una unidad con menor equipamiento que los *VSP* y suele atender de forma auxiliar accidentes de tráfico o rescates puntuales. En caso de necesidad puede ser usado como vehículo de transporte auxiliar de medios.

Ambulancias (AMB)

Son unidades de atención sanitaria y transporte de heridos. En principio se utilizaban para transportar a bomberos, posteriormente se ha ampliado su uso a víctimas en general, especialmente en EEUU, donde se centralizan los servicios sanitarios y de fuego en el mismo cuerpo. En el caso del Cuerpo de Bomberos del Ayto. de Madrid existe una división de trabajo y delegación de la atención sanitaria (*SAMUR*) por lo que tiene valor de vehículo secundario.

Furgones de Equipo Acuático (FEA)

Son vehículos preparados para el rastreo y rescate subacuático. Poseen material específico de buceo, tanto trajes de inmersión como botellas de aire o equipos de iluminación subacuática. Suelen portar un remolque con una o varias lanchas de salvamento.

Furgones de Escalada y Espeleología (FER)

Este vehículo está diseñado para realizar rescates y salvamentos en montaña o lugares de difícil acceso (pozos, barrancos o cuevas). Posee un equipamiento que se adapta a estos escenarios. Esta clase de vehículos debe incorporar equipos de iluminación, equipos de tracción (cabestrantes), sistema de remolque y material específico de escalada como arneses, cuerdas, ganchos o mosquetones.



2.2.1.3 Vehículos Auxiliares

Se consideran como *Vehículos Auxiliares* al conjunto de vehículos que normalmente se emplean para realizar tareas de apoyo, mando, logística, inspecciones, etc. Existen siete tipos según su cometido concreto.

Unidad de Jefatura (UMJ)

Se trata de una unidad móvil encargada del transporte de mandos (Suboficiales, Oficiales, Directivos, etc) que posibilitan la presencia de este tipo de personal en siniestro. Cada parque posee sus propias unidades de jefatura a disposición de cada mando.

Vehículo de Mando y Comunicación (UMC)

Son vehículos de transporte de mandos con mayor capacidad que las *UMJ*. Su uso está indicado en siniestros de gran dificultad, donde trabajan numerosos mandos de forma coordinada, incluso de diferentes cuerpos de seguridad o emergencias. Está equipado con emisoras, planos y demás material a criterio del servicio.

Unidad de Inspección y Vigilancia (UIV)

Se trata de vehículos convencionales que transportan personal técnico a inspecciones o visitas destinadas a prevención encomendadas a los servicios de extinción.

Unidad de Intendencia y Suministro (UIS)

Es un vehículo de apoyo en siniestros de muy larga duración que suele portar comida, agua, ropa de abrigo y todo aquel material que pueda servir para mantener en servicio al personal en condiciones extremas de trabajo.

Unidad Transporte Pesado (UTP)

Son unidades destinadas a transportar o alojar elementos de gran carga y/o volumen que han sido normalmente manejados en intervención con anterioridad por grúas o sistemas de tracción. También pueden ser usados para transportar agentes absorbentes en gran cantidad (caso de camiones-volquete



o camiones-contenedores). Existe una versión ligera (*UTL*) que suele ser un turismo o furgón convencional adaptado para labores logísticas.

Unidad Mixta Personal y Carga (UPC)

Suelen ser furgones convencionales destinados al transporte excepcional de medios humanos y materiales. Suelen alojar varios bomberos, equipos de respiración, mangajes, cuerdas y cualquier equipo de trabajo ligero que pueda ser de utilidad en el siniestro en cuestión. Estas unidades son muy útiles en tareas de relevo de personal.

Unidad Transporte Personal (UTP)

Son unidades dedicadas exclusivamente al transporte de personal. Pueden ser furgones o autobuses. Se utilizan raramente en siniestro, pues su activación conlleva la movilización de gran cantidad de efectivos que sólo son necesarios en caso de grave calamidad pública.

2.2.1.4 Vehículos Especiales

Son aquellas unidades móviles que por sus características son capaces de realizar funciones específicas y en ocasiones alguna otra de las funciones del resto de tipos de vehículos, según las necesidades de cada siniestro.

Vehículos de altura (VA)

Son aquellos *Vehículos Especiales* que están equipados con una superestructura capaz de facilitar el acceso a puntos elevados. Son uno de los tipos de vehículo más útiles en cualquier servicio de extinción. Actúan en rescates, inspecciones arquitectónicas, extinción de incendios que requieren la proyección de agentes extintores desde posiciones elevadas, entradas forzadas en edificios o intentos de suicidio desde puntos elevados.

Se clasifican en *Autoescalas* o *Autoescaleras* y *Autobrazos*. Los usos de ambos tipos de *Vehículos de altura* se solapan y existen ventajas e inconvenientes en la elección de uno u otro tipo de unidad para su actuación en una intervención.



Autoescalas o Autoescaleras

Son *Vehículos de altura* equipados con una escala extensible que permite *peldañear* al personal de los servicios de extinción y acceder de este modo o desde el extremo de la escala (*Cesta o Barquilla de Salvamento*) a lugares elevados o de difícil acceso.

Aunque en rigor existen las clasificaciones de *Autoescala Manual (AEM)*, *Semiautomática (AES)* y *Automática (AEA)* hoy en día proliferan las de uso automático, dado el desarrollo tecnológico actual y los graves perjuicios operativos que acarreaban los sistemas antiguos de tipo *Manual* principalmente en cuanto a la dificultad de despliegue y las lógicas limitaciones dimensionales.

Las escalas automáticas son unidades móviles que poseen un autobastidor convencional, con cabina sencilla o doble y una superestructura con la que pueden ejecutar tres movimientos: elevación o descenso, despliegue o plegado y giro completo en sentido horario o antihorario. Poseen varios sistemas o elementos característicos:

- Sistema motriz. Conocido como el *corazón* o *cuerpo* de la escala, es el conjunto mecánico de elementos hidráulicos automatizados que realizan los tres movimientos de la escala, que pueden realizarse de forma simultánea.
- Sistema de equilibrado. Es el conjunto de los elementos del vehículo que cumplen la función de apoyos en la operación de la escala y que garantizan la estabilidad de la misma. Se denominan *estabilizadores* o *zancos* y pueden disponerse *en H* o *en X* según el diseño del vehículo. Absorben los momentos de vuelco.
- Juego de tramos. Están formados por un conjunto de perfiles tubulares de acero diseñados para ofrecer una resistencia aerodinámica mínima. Los tramos se guían hidráulicamente entre sí deslizándose sobre rodillos que posibilitan la extensión-retracción de la escala. El número de tramos varía en función de la dimensión de la escalera. Actualmente existen *Autoescalas* con alcances muy diversos (normalmente entre 15 y 75 m).
- Barquillas. Las *Cestas* o *Barquillas de Salvamento* son las plataformas unidas al tramo final de la escala. Cuentan con dispositivos para conseguir su horizontalidad y bloqueo (por gravedad o hidráulicamente). Disponen de un sistema de comunicación que permite la transmisión de órdenes e instrucciones y de un sistema de mando (secundario) que



permite al bombero situado en la *Cesta* corregir su posición, operación que también puede realizar el bombero-conductor mediante el panel de mando inferior (primario). Las *Barquillas* pueden ser *colgadas* (si se montan o no a criterio del mando en cada intervención), *incorporadas* (si son fijas en la parte superior de la escala) o *deslizantes* (si están apoyadas y guiadas en el último tramo de la escala).

- Lanzas monitoras. Estas unidades pueden disponer de lanzas de tipo monitor (manuales o automáticas), alimentadas mediante una canalización de 45 mm de diámetro que discurre a lo largo del último tramo de la escalera, a la cual se puede conectar una manguera flexible. Este tipo de lanzas pueden instalarse en la escalera o la propia cesta y se incorporan de forma fija o desmontable a las mismas, pudiendo trabajar algunos modelos con grandes caudales (hasta 2400 l/min) o presiones de lanzamiento de hasta 12 bares.
- Equipamiento. Las *Autoescalas* portan un equipamiento muy variado. Suelen llevar material de salvamento como camillas y cuerdas, material de extinción como mangajes de diferentes diámetros, material de iluminación, etc. A pesar de no estar tipificado como un *Vehículo de Extinción* propiamente dicho, es de interés dotar a estas unidades con un equipamiento básico y adicional, de forma similar a lo realizado en ese tipo de vehículos.
- Ángulo de trabajo. Estas unidades permiten elevar o hacer descender la escala hasta formar ángulos con la horizontal típicamente comprendidos entre -15° y 75° lo que les confiere una buena versatilidad en intervención.
- Carga máxima. Normalmente, en situación de máxima elevación puede soportar una carga puntual en la cesta de al menos 250 kg y en cualquier actuación puede soportar el peldaño de al menos 8 personas.
- Alcance. El alcance vertical está limitado por la longitud de los tramos de la *Autoescala*. Es conveniente situar la unidad lo más cerca posible del punto elevado que se quiere alcanzar, para disminuir el brazo del momento asociado a las fuerzas puntuales que se apliquen.

La principal ventaja de este tipo de unidades de altura es su versatilidad, que les permite actuar en rescates en altura, ataques a fuegos en altura, izados de urgencia de pesos, etc. Sin embargo poseen un inconveniente ligado a su



falta de libertad de movimiento, puesto que su actuación fundamental se basa en su mecanismo de extensión de los tramos, siendo necesario un espacio suficiente entre el vehículo y, por ejemplo, la fachada del edificio en el que se pretende actuar para poder emplazar la punta del cuerpo de la escala en cualquier punto de la misma.

Autobrazos

Debido a la citada restricción de libertad de movimiento de las *Autoescalas* y a las sucesivas mejoras tecnológicas que han tenido lugar en el campo de la robótica se crearon unas unidades capaces de penetrar horizontalmente en caso de actuaciones en edificios y con unas mayores prestaciones en operación en espacios más reducidos o de más complejo acceso: los *Autobrazos*.

Los *Vehículos Autobrazo* son unidades móviles que poseen un autobastidor convencional, con cabina sencilla y una superestructura que incorpora una bomba principal, un depósito de líquido hidráulico y filtros, además de un motor de reserva (que puede ser utilizado en caso de fallo del primario). Respecto a sus principales sistemas componentes pueden resaltarse varios aspectos:

- Sistema motriz. Posee una base giratoria que confiere un primer rango de movimiento de rotación. Estas unidades suelen poseer dos brazos. La elevación de los brazos se consigue mediante medios hidráulicos, que incorporan mecanismos automáticos de bloqueo que actúan en caso de fallo del sistema hidráulico. El brazo secundario permite la penetración horizontal y su movimiento se coordina con la nivelación de la cesta.
- Sistema de equilibrado. Posee estabilizadores hidráulicos telescópicos, que posibilitan una nivelación correcta de la unidad en caso de actuar en suelos no planos. Los *Autobrazos* suelen incorporar cuatro apoyos en H o en X y su sistema hidráulico no se puede accionar hasta que dichos apoyos se encuentran instalados.
- Juego de brazos. Aquí encontramos la principal diferencia entre los diferentes modelos de estas unidades ya que alguno de los brazos de esta clase de vehículos puede ser extensible. También puede variar el



número de brazos, cosa que conferirá una mayor o menor versatilidad al vehículo, y por tanto el número de articulaciones.

En consecuencia, en función de sus características geométricas y su grado de libertad de movimiento estas unidades móviles pueden clasificarse en *Autobrazos Articulados* y *Extensibles*.

- *Autobrazos Articulados (ABA)*. Sus brazos poseen perfiles en forma de celosía o cajón según el modelo. Suelen incluir dos o tres brazos separados por articulaciones o *codos* que no permiten desplazamientos en extensión.
- *Autobrazos Extensibles (ABE)*. Suelen estar equipados con brazos de perfil en cajón. El primer brazo incorpora una serie de tramos telescópicos que se deslizan entre sí, siendo esta característica, que les confiere de gran libertad de movimientos en operación, la que les define.

Su aplicación es muy similar a la correspondiente a las *Autoescaleras*. Entre sus principales ventajas se encuentra la de actuar en ángulos y tipos de accesos en los que otro *Vehículo de altura* no podría. Además suelen poseer mayor capacidad de carga en cesta.

Como inconvenientes destacan su peso elevado y la necesidad de una amplia zona para su despliegue. Este último inconveniente puede reducirse muy notoriamente con el uso de unidades con tres brazos y tramo principal telescópico.

Vehículos de Útiles y Apeos (VUA)

Estas unidades actúan como vehículos de apoyo en operaciones de rescate, salvamento, y actuaciones preventivas, tales como apuntalamientos en edificios. Dentro de esta clasificación existen *Furgones de Útiles Varios (FUV)* y *Furgones de Apeos y Apuntalamientos Varios (FAV)*.

Furgones de Útiles Varios (FUV)

Constituyen auténticos almacenes rodantes que portan material de oxicorte, excarcelación, soldadura, motosierras, cables, gatos, eslabones, cuerdas, etc. Son unidades totalmente adaptadas a las necesidades de cada servicio de extinción y tienen un papel de apoyo clave en multitud de siniestros donde es necesaria una alta disposición de material.



Furgones de Apeos y Apuntalamientos Varios (FAV)

Transporta todo tipo de material para efectuar labores preventivas y correctivas en edificaciones con daños de cualquier origen. Permite realizar recercados, entibaciones, cimbras, apeos, etc.

Vehículos de Mercancías Peligrosas (VMP)

Son aquellas unidades encargadas del transporte de mercancías contaminantes y/o nocivas y de actuar en siniestros donde estén presentes. Se clasifican en *Vehículos NBQR* y *Vehículos de Transporte de Productos Peligrosos (VTPP)*.

Vehículos de Riesgo Nuclear, Bacteriológico y Químico (NRBQ)

Altamente equipados para atmósferas contaminantes o nocivas. Actúa como unidad móvil de almacenamiento y vestuario. Posibilita la descontaminación de equipos y porta tanto trajes especiales como Equipos de Respiración Autónomos (ERA).

Vehículos de Transporte de Productos Peligrosos (VTPP)

Son utilizados en siniestros con derrame de productos peligrosos. Están equipados con bombas portátiles para sustancias químicas, mangajes especiales resistentes a productos corrosivos, etc.

Vehículos de Suministro y Reparaciones (VSR)

Son unidades sin estandarizar destinadas a proveer de diferentes materiales al personal de los servicios de extinción en actuaciones en las que hay una alta demanda de un tipo de equipo de trabajo muy concreto o de herramientas de reparación. Según el tipo de material que porten reciben su denominación: *Vehículo de Iluminación (VIL)*, *Vehículo de Generadores Eléctricos (VGE)*, *Furgón de Reserva de Aire (FRA)*, *Vehículo de Transporte de Bombas (VTB)* o *Vehículo Taller (VTR)*.

Vehículos Autogrúa y Pesados (VAGP)



Se trata de unidades con un uso muy concreto, consistente en el movimiento de grandes cargas. Su equipamiento se encuentra acorde con su función, portando elementos de amarre. Pueden ser *Pesados (AGP)*, de *Taller (AGT)* o de tipo *MEC* (excavadoras-cargadoras). Las *Autogrúas Pesadas* pueden soportar al menos 20 toneladas de carga en sus versiones más ligeras. Por otra parte cabe destacar que las *Autogrúas Taller* pueden elevar típicamente cargas de hasta 10 toneladas y pueden poseer diferentes características, en función del criterio del servicio al que pertenecen. Generalmente incorporan una pluma para las tareas de elevación.

2.2.1.5 Remolques

Son unidades constituidas por plataformas móviles de arrastre, que complementan las intervenciones que los servicios de prevención y extinción de incendios llevan a cabo. Se clasifican en función del tipo de equipo de trabajo que portan: *Remolque Escala Manual (REM)*, *Remolque Motobomba (RMB)*, *Remolque Generador Espuma (REL)*, *Remolque Generador Eléctrico (RGE)*, *Remolque Barca de Salvamento (RBS)*, *Remolque de Usos Varios (RUV)* y *Remolque Carga Aire (RCA)*.

2.2.1.6 Aeronaves, embarcaciones y otros.

Son unidades de transporte que están dotadas de equipos y materiales anti-incendios y que pueden ser utilizadas para realizar tareas de reconocimiento, apoyo, extinción y rescate en los medios aéreo y acuático, o bien en siniestros muy concretos en el medio terrestre como son los relacionados con el mundo ferroviario, aeropuertos, etc.

Aeronaves

Son vehículos que complementan la labor de los servicios de bomberos desde el medio aéreo. Son utilizadas fundamentalmente en incendios forestales.

- *Helicóptero de Salvamento y Rescate (HSR)*. Transporta personal y materiales a lugares distantes o de difícil acceso.



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- *Avión de Reconocimiento (AVR)*. Son aeronaves que pueden ser utilizadas para reconocer el terreno y ayudan a coordinar la extinción de grandes incendios en espacios naturales.
- *Avión de Extinción (AVE)*. Son aeronaves dotadas de depósitos de agua que pueden realizar labores de extinción de incendios desde el aire. Utilizan aguas tranquilas (lagos) para realizar la carga de agua, con capacidades que no suelen exceder de los 5000 litros. Se incluyen en esta clasificación helicópteros con depósitos suspendidos.

Embarcaciones

Esta clase de unidades se utilizan en el medio acuático para labores de salvamento o extinción de incendios.

- *Barca de Salvamento (BSA)*. Suele estar equipada con un motor fueraborda y es una unidad móvil típica de las unidades de submarinismo de los servicios de extinción.
- *Barca de Extinción (BEA)*. Son barcos dotados de potentes sistemas de bombeo que realizan labores de extinción en entornos portuarios o marítimos.

Otros Vehículos contra-incendios

Además de los tipos de vehículos mencionados existen vehículos de características muy concretas o entorno operativo específico que suelen apartarse de las clasificaciones de la mayoría de servicios de extinción. Es el caso de algunos vehículos de extinción destinados a vías férreas o a entornos aeroportuarios, que cuentan con características de gran especificidad (alto grado de automatización de lanzamiento de agentes extintores, adaptabilidad del vehículo para circular en vías férreas, etc).



2.2.2 Presentación de los vehículos más representativos del SPEIS del Ayuntamiento de Madrid.

Las necesidades analizadas del entorno operativo de emergencias de la villa de Madrid demandan un Parque Móvil ligado al Servicio de Prevención y Extinción de Incendios y Salvamentos (SPEIS) versátil, capaz de dar respuesta a numerosos siniestros simultáneamente.

Los vehículos utilizados por el Cuerpo de Bomberos de Madrid poseen las características suficientes para hacer frente a estas necesidades. Es inevitable que, por su representatividad, medida bien por intervenciones frecuentes o por la importancia de estas, ciertos vehículos destaquen. Se pretende presentar en este punto, de forma breve, estos modelos de vehículos destacados del servicio cuya gestión en operación y *dotación* (en el argot, equipo humano estandarizado que trabaja en ellos) se describen en el siguiente apartado del presente Trabajo Fin de Grado, indicando su distribución habitual (sujeta a modificaciones por rotaciones o adquisición de nuevas unidades) en los parques del Servicio. Se recurre a una clasificación práctica: *Vehículos de Fuego, Agua, Salvamento, Grúas y Otros*. Se utiliza una nomenclatura (siglas) para los vehículos que respeta en lo posible las *Claves de Intervención* del CISEM (*Centro Integrado de Seguridad y Emergencias del Ayto. de Madrid*) actualizadas el 19/02/2013, adaptándolas para diferenciar vehículos del mismo tipo [16].

Vehículos de Fuego

Entran dentro de la categoría de *Vehículos de Extinción* según Protección Civil y son parte de la identidad básica del servicio. Destacan los siguientes vehículos:

- *Coche (COCH)*. Es una unidad *BUL* (Figura 2.3) con capacidad de 1500 litros de agua en cisterna. Atiende fuegos pequeños (menos de 4 m²) o medianos (de 4 a 10 m²) y siniestros de dificultad menor [17].



Figura 2.3: Coche Man 8224 LC. Parque 1º.

- **Bomba (BOMB).** Se trata de la unidad más representativa del Servicio (Figura 2.4). Es la que puede atender más tipos de siniestros y de mayor importancia que el *Coche*, como incendios grandes (de 10 a 100 m²) o de envergadura (más de 100 m²). Posee una capacidad cercana a los 3000 litros (según modelo) lo que la clasifica como **BUP** [17].



Figura 2.4: Bomba Mercedes Benz Atego 1529. Parque 1º.

- **Vehículo COBO (COBO).** Con una capacidad de 2000 litros se clasifica como **BUL** pero puede desempeñar funciones de *Bomba* o *Coche* según las necesidades exigidas.

Vehículos de Agua

- **Tanque Mediano (TM).** Se trata de una **BNP** con una capacidad de 8000 litros. Es clave en incendios que necesitan de un apoyo de abastecimiento. Posee una buena movilidad dentro de su categoría, que le permite acceder fácilmente a calles estrechas en relación a su homónimo de mayor tamaño.



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- *Tanque Grande (TG)*. Se clasifica como *BNP* y puede portar de 10000 a 15000 litros de agua, según el modelo. De mayor tamaño que el *Tanque Mediano*, es un vehículo de gran importancia en incendios de envergadura (Figura 2.5).



Figura 2.5: Tanque Grande Volvo FL 108. Parque 2º.

Vehículos de Salvamento

- *Coche-Escala (CE)*. Puede cumplir funciones de *Coche* o de *Escala*. Tiene un alcance de 18 metros. Se clasifica como *AEA* o *BUL* polivalente (Figura 2.6).



Figura 2.6: Coche-Escala Mercedes Benz 1524. Parque 12º.

- *Escala de corto alcance (ESCTV)*. De 20 a 26 metros según el modelo.
- *Escala de medio alcance (ESCTT)*. De 30 a 32 metros. Aporta metros adicionales de alcance necesarios en operaciones de lanzamiento de agentes extintores desde posiciones elevadas o en determinados salvamentos. Por las características arquitectónicas de Madrid es el *Vehículo de altura* susceptible de realizar más salidas dentro de su categoría (Figura 2.7).



Figura 2.7: Escala de corto alcance Mercedes Benz 1328 F. Parque 3º.

- *Escala de largo alcance (ESCTC)*. De 50 a 55 metros. Es usada fundamentalmente en siniestros en grandes edificios.
- *Brazo articulado (BRAZO)*. Alcance de 53 m. Se trata de un ABE que requiere cierto espacio para su despliegue por lo que no puede operar en calles estrechas. Buena libertad de movimientos que mejora la accesibilidad a posiciones complejas.

Grúas

- *Grúa T (GRUV)*. Clasificado como AGP. Capacidad de carga de 30 toneladas. Actúa en accidentes con vehículos pesados implicados (grandes camiones, excavadoras...).
- *Grúa C (GRUC)*. Entra dentro de la clasificación AGP. Capacidad de carga de 50 toneladas. Especialmente útil en accidentes con vehículos de gran tonelaje (ferroviarios) o accidentes aéreos.

Otros

- *Útiles (UTIL)*. Vehículo de apoyo con gran cantidad de herramientas de todo tipo que es de utilidad en gran número de siniestros. Se clasifica como un FSV.
- *Emergencias (EM)*. Esta unidad FSV realiza fundamentalmente labores de rescate (excarcelaciones) y atiende gran cantidad de accidentes de tráfico como unidad de apoyo.



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

- *Apeos (AP)*. Se trata de una *UTP* que porta material suficiente para realizar saneamientos y actuaciones preventivas en fachadas o estructuras dañadas.
- *Vehículos de Mando (VM)*. Estos vehículos son *Unidades Móviles de Jefatura (UMJ)* que transportan a los componentes de la Escala de Mando del Cuerpo de Bomberos de Madrid y realizan salidas en siniestros de dificultad, en los que hay que coordinan numerosos medios o se requiere personal técnico. Son los vehículos de *Jefe de Intervención (M0)*, *Directivo de Guardia (M1)*, *Jefe de Guardia (J)* u *Oficial* y del *Jefe de Sector* o *Suboficial (S)*.

**Tabla 2.9: Distribución por parques de los vehículos más representativos del
SPEIS del Excmo. Ayto. de Madrid [18].**

Vehículo Parque	COCH	BOMB	COBO	TM	TG	CE	ESCTV	ESCTT	ESCTC	BRAZO	GRUV	GRUC	UTIL	EM	AP	VM
1º	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2
2º	1	3	-	-	2	-	-	2	-	1	1	-	1	-	1	7
3º	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
4º	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
5º	1	3	-	2	1	-	-	2	-	-	-	1	1	-	1	4
6º	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
7º	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
8º	1	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	5
9º	1	2	-	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	4
10º	1	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
11º	1	2	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1
12º	1	4	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	1	1	3
TOTAL	11	23	1	6	10	1	1	13	4	1	1	1	2	4	4	31



Dentro de los vehículos más representativos del Servicio son las unidades *BUP* (Bombas) las que tienen una mayor presencia, (Tabla 2.9) ya que son una tipo de unidad muy versátil que atiende buena parte de las intervenciones del Cuerpo de Bomberos de Madrid, que estadísticamente se corresponden con lo expuesto en el apartado 2.1 *Características del Entorno Operativo* (del Parque Móvil del SPEIS del Ayto. de Madrid y, en definitiva, de servicios de extinción urbanos tipo). De nuevo estos datos nos llevan a la elección de una *BUP* como mejor representante del Cuerpo y vehículo más completo para elaborar una propuesta resumida de *PSO* (*Plan de Seguridad Operativo*).

2.3 Breve descripción de la gestión del Parque Móvil del SPEIS del Ayto. de Madrid en la atención a siniestro

Se realiza una breve presentación de la organización de los medios humanos y materiales del Parque Móvil del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid, encaminada a la atención a siniestro en las diferentes formas que pueden tomar según el tipo de *salida* o *intervención* que se realice.

Se pretende finalizar con este apartado el acercamiento a las características generales del Parque Móvil de un servicio de extinción de incendios urbano (caso de la ciudad de Madrid).

2.3.1 Dotaciones

La *dotación* o *escuadra* de un vehículo perteneciente a un servicio de extinción de incendios es el equipo humano que alberga dicha unidad móvil. Varía según el tipo de unidad y es tomada en cuenta a la hora de cuantificar los medios que se envían a intervención. Su estandarización es necesaria para que los mandos puedan conocer el alcance de los medios humanos utilizados tan sólo conociendo el tipo y número de vehículos involucrados en una intervención. También es muy útil para la propia organización de las guardias en los parques y la gestión de las salidas, pues al comunicar la activación de un tipo de vehículo se conoce que efectivos deben ocuparlo en ese momento.

Se distinguen las dotaciones de *Coche*, *Bomba* y *Escala*.

- *Dotación de Coche*. Está compuesta por un Cabo (o *Jefe de Grupo*), tres Bomberos y un Bombero-Conductor. La misión del Cabo es coordinar la



acción en intervención en primera persona y tiene a su cargo a cuatro efectivos: un Bombero-Conductor, cuya misión es conducir el vehículo y hacer funcionar y controlar los sistemas de la unidad (sistema de bombeo en el caso del *Coche* o Autoescala/Brazo en el caso de *Vehículos de altura*) y tres Bomberos cuya labor es actuar directamente en el siniestro a las órdenes de sus mandos.

- *Dotación de Bomba.* Compuesta por un Sargento, un Cabo, cinco Bomberos y un Bombero-conductor. La labor del sargento es estar al mando del operativo y comunicar al cabo las órdenes pertinentes que debe materializar.
- *Dotación de Escala.* Compuesta por un Cabo, un Bombero y un Bombero-Conductor. Es una escuadra de *Vehículos de altura* y *Grúas* cuya labor es manejar la unidad y servir de apoyo al resto de dotaciones desplazadas al siniestro.

Hay que comentar que la elección de la *dotación* puede variar en función de las necesidades del siniestro y disponibilidad de personal en los parques. La dotación de los *Vehículos de Mando* está compuesta por el propio mando al que se le asigna el vehículo (por orden creciente de autoridad: Suboficial, Oficial, Directivo o Jefe de Intervención) y el personal que se estime conveniente (normalmente se desplaza sólo el propio mando o junto a otro miembro del servicio).

2.3.2 Trenes de Ataque

Se conoce como *Tren de Ataque* o *Tren de Salida* al conjunto de vehículos que se movilizan según el tipo de siniestro del que se ha recibido aviso. Este conjunto de medios está en principio estandarizado, como sucede en las dotaciones, para facilitar la elección de los medios enviados a intervención, aunque está sujeto a modificaciones a criterio del Jefe de Guardia de la central de comunicaciones del CISEM (*Centro Integrado de Seguridad y Emergencias del Ayuntamiento de Madrid*) en función de las coyunturas en siniestro y en los Parques.



Actualmente existen en las claves de intervención del *CISEM* un total de 118 tipos de siniestros tipificados con *Trenes de Ataque* estandarizados. Por citar algunos ejemplos [16]:

- Explosión interior en edificación (*Clave CISEM: EIED*). Tren: Bomba, Escala y Vehículo de Mando de Suboficial (*Jefe de Sector*).
- Incendio en planta inferior a la 8ª en edificio de 30 a 50 m (*Clave CISEM: EGA0*). Tren: 2 Bombas, Escala, Vehículo de Mando de Suboficial y Brazo.
- Daños en puentes, viaductos o muros de contención (*Clave CISEM: RUHP*). Tren: Bomba y Vehículo de mando del Jefe de Guardia.
- Rescate en accidente de vehículo ligero en túnel (*Clave CISEM: STTLV*). Tren: Bomba, Emergencias, Vehículos de mando de Jefe de Guardia y Suboficial.

2.3.3 Modus Operandi en la movilización de unidades del Parque Móvil del SPEIS del Ayto. de Madrid

La movilización o más propiamente *activación* de vehículos del Parque Móvil tiene su origen en la comunicación inicial del acaecimiento de un siniestro, de forma que una llamada de un ciudadano (*demandante*) entra a la central de *Madrid 112*. Se recaban los primeros datos sobre el suceso y se activa a SAMUR, Policía Nacional, Policía Municipal, Protección Civil y/o Bomberos en función del caso.

Al activar al Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid el operador del 112 pasa la llamada al *CISEM* donde el demandante es atendido por un bombero-teleoperador de la *Escala de Apoyo Técnico* que pregunta por los detalles de la intervención. El bombero selecciona en la aplicación informática del *CISEM* el tipo de siniestro y ésta le proporciona los datos de un *Tren de Salida* estándar para esa intervención. Aquí entra en escena el *Oficial o Jefe de Guardia* que ratifica el *Tren* o lo modifica en función de las características de siniestro: añade o quita unidades móviles, activa a otro mando, etc. Una vez determinado el *Tren de Salida*, su composición es comunicada al Parque/s más cercano/s al lugar del siniestro, que moviliza/n a las correspondientes *dotaciones* y vehículos.

En todo momento el *CISEM* monitoriza el estado de activación de los vehículos realizando un seguimiento de los mismos y del desarrollo de la

intervención, por si fuesen necesarios más medios o fuera menester reactivar una unidad para otro siniestro antes de volver al Parque de pertenencia. De este modo se distinguen en clave numerosas situaciones, que van desde la identificación de cada tipo de intervención a situaciones de *Aviso Falso (NAAV)*, *Falsa Alarma (NAFA)*, *Regreso en Ruta (NARR)*, etc.

3. PRESENTACIÓN DEL VEHÍCULO A ESTUDIO ELEGIDO

El vehículo seleccionado tras los estudios y análisis anteriormente expuestos se trata de una unidad BUP Mercedes Atego 1528F que presta servicio en todo tipo de siniestros en el Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid (Figura 3.1).



Figura 3.1: Mercedes Atego 1528F Parque 2º.

3.1 Especificaciones Generales

Las características fundamentales del vehículo son: **[19]**

- Nombre: Mercedes Atego 1528F
- Potencia Nominal: 279 CV/205 kW (a 2200 rpm)
- Par máximo: 1100 Nm (a 1400 rpm)
- Motor: Diesel OM 906 LA con 6 cilindros en línea
- Cilindrada: 6374 cm^3
- Cambio Automático
- MTMA/MMA: 15000/14000 kg
- Dimensiones:
 - Longitud: 7485 mm



- Anchura: 2550 mm
- Altura: 3480 mm
- Cabina doble (8 plazas incluyendo conductor)
- Depósito de 3000 l
- Sistema de Bombeo:
 - Bomba Centrífuga combinada de tipo Ziegler 16/8
 - Dos carretes de pronto socorro
- Enganche remolque (1500 kg)
- Iluminación perimetral y estroboscópica en faros delanteros
- Asientos con soportes ERA
- Equipo de comunicación TETRA Motorola MTM800
- Elemento de aviso de marcha-atrás
- Sistema de navegación integrado
- 6 armarios laterales y armario de Sistema de Bombeo
- Cajones en cabina y techo
- Cabestrante con capacidad de arrastre de 12000 kg

3.2 Especificaciones de Equipamiento

Se presentan los principales equipos de trabajo que porta el vehículo. Se han seleccionado de entre los recomendados recogidos por el listado de equipamiento de la autobomba realizado por la *Subdirección General de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid*. Para facilitar su presentación se clasifican en *materiales de demolición* (Tabla 3.1), *extinción* (Tabla 3.2), *iluminación y señalización* (Tabla 3.3), *salvamento* (Tabla 3.4), y *material diverso* (Tabla 3.5). Se observan fuertes paralelismos con las recomendaciones de *Equipamiento* expuestas en el Capítulo 2, basadas en el *Manual de Instrucciones y Códigos de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior* [19].



Tabla 3.1: Material de demolición equipado en el vehículo.

Material de demolición	
Equipo	Unidades
Alcotana	1
Maza 5 kg	1
Azadón de ganchos	1
Azadón-Pala	1
Bichero de demolición	1
Cizalla corta-varillas	1
Hacha a dos manos	1
Herramienta de bombero	4
Motosierra	1
Pala	2
Palanqueta	2
Pico	1
Radial	1
Tiro de cáñamo de 28 mm (15m)	1

Tabla 3.2: Material de extinción equipado en el vehículo.

Material de extinción			
Equipo	Unidades	Equipo	Unidades
Acortinador 45 mm	2	Manguera 70 mm (15 m)	10
Acortinador 70 mm	2	Manguerote premez.	2
Bifurcación 45/25 mm	2	Pica nebulizadora 25 mm	2
Bifurcación 70/45 mm	2	Pica nebulizadora 45 mm	2
Colector 100/2x70 mm	1	Premezclador Z4 (45 mm)	2
Bidón Espumógeno (20 l)	2	Puente paso manguera	2
Bidón Espumógeno Multiex. (20 l)	3	Reducción 45/25 mm	2
Extintor Dióxido de Carbono 5 kg	2	Reducción 70/45 mm	2
Extintor Polvo ABC 6 kg	1	Surtidor tres efectos 25 mm	5
Lanza espuma baja expansión (45 mm)	1	Surtidor tres efectos 45 mm	4
Lanza espuma media exp. (45 mm)	1	Surtidor tres efectos 70 mm	2
Juego llaves hidrantes, bocas y RENFE	1	Tapafugas 45 mm	1
Manguera 25 mm (20 m)	8	Tapafugas 70 mm	2
Manguera 45 mm (15 m)	12	Unidad Bomba manual	1



Tabla 3.3: Material de iluminación y señalización del vehículo.

Material de iluminación y señalización	
Equipo	Unidades
Carrete prolongador de Foco	1
Cono-linterna de reconocimiento	2
Foco iluminación vehículo	1
Linterna de reconocimiento	2
Linterna de intervención	8
Proyector de intervención	2
Trípode faro de vehículo	1

Tabla 3.4: Material de salvamento equipado en el vehículo.

Material de salvamento	
Equipo	Unidades
Arnés de Salvamento	2
Camilla pala-cuchara	1
Camilla rescate	1
Cuerda de bombero cáñamo (12 m)	2
Cojín 10 ton	1
Cojín 18 ton	1
Cuerda dinámica de 11 mm (50 m)	1
Cuerda Estática de 11 mm (100 m)	1
Cuerda Estática de 11 mm (50 m)	1
Polea rescate	2
Bomba DPH 3215	1
Cilindros Excarcelación	2
Cizalla Hidráulica	1
Separador Hidráulico	1
Juego de mantas y protectores	1
Escala corredera 10 peldaños	1
Escala corredera 14 peldaños	1
Escala manual 13 peldaños	1
Escala manual de ganchos	3
Juego llaves ascensores	1



Tabla 3.5: Material diverso de apoyo equipado en el vehículo.

Material diverso	
Equipo	Unidades
Bidones combustible	2
Juego cadenas vehículo	1
Botas altas de goma (pares)	4
Equipo cámara térmica	1
Equipo ERA	10
Explosímetro	1
Guantes de rescate (pares)	20
Tubos fotoluminescentes 12 h	12
Saco de producto absorbente	1

4. PROPUESTA DE PLAN DE SEGURIDAD OPERATIVO (PSO)

En este capítulo se presenta una propuesta resumida de *Plan de Seguridad Operativo o PSO* para una unidad móvil, elaborado por el autor tras un proceso complejo de análisis del desempeño de los servicios de extinción llevado a cabo tras años de estudio de sus medios y métodos, un trabajo de campo encaminado a conocer las inquietudes en materia de seguridad y organización de bomberos profesionales y una fase de documentación concreta llevada a cabo con la autorización de la *Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ayto. de Madrid* y de la *Subdirección General de Bomberos del Ayto. de Madrid*. El concepto de *PSO*, creado por el autor del presente TFG, consiste en un plan conjunto de seguridad (prevención y mantenimiento), que sirva como documento base de organización en los servicios de extinción. En el presente TFG se realiza un plan de prevención de riesgos completando su acción preventiva con recomendaciones en materia de mantenimiento preventivo.

Es deseable que la *metodología PSO* que aquí se esboza pueda desarrollarse dentro de un servicio de extinción de incendios, elaborando planes que superen la extensión de un Trabajo Fin de Grado. Un *PSO* completo debe incluir dos planes específicos: un plan de prevención de riesgos y un plan de mantenimiento preventivo, de forma que constituya una unidad fundamental de planificación dentro de un servicio de extinción. Por tanto se subdivide en:



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- *Plan de Seguridad Operativo Específico de Prevención (PSOEP)*
- *Plan de Seguridad Operativo Específico de Mantenimiento Preventivo (PSOEM)*

Los *PSO* pueden ser aplicados a cualquier equipo de trabajo de un servicio de extinción, estableciendo normas de seguridad y protocolos de mantenimiento preventivo concretos en tiempo y forma de acción. Pueden ser aplicados por tanto a los diferentes **vehículos** de un Parque Móvil, de forma que los *PSO* integren un *PSOEP* y un *PSOEM* que promuevan, respectivamente, la prevención en el uso del propio vehículo, en el de los equipos de trabajo que conformen su equipamiento y la planificación de su mantenimiento preventivo dentro del cuerpo (realizando a su vez en los *PSOEM* recomendaciones para que el mantenimiento se realice de modo seguro, concretando protocolos de desmontaje/montaje, limpieza, engrase...). Idéntica aplicación puede llevarse a cabo para los diferentes **parques de bomberos** de un servicio (no se considera objeto del presente TFG).

Por otra parte, pueden aplicarse a los diferentes **siniestros** tipificados por el *CISEM* (118 en total en marzo de 2013), de manera que se realice un *PSOEP* para cada uno de ellos orientado como protocolo de intervención y denominado *PSOS* (Plan de Seguridad Operativo para Siniestro).

La *metodología PSO* no puede aplicarse aisladamente instaurando los *Planes de Seguridad Operativos*, sino que debe ir acompañada de una conciencia colectiva a nivel preventivo que se materialice en forma de: **cursos de formación continua** para llevar a cabo el **mantenimiento** de equipos de trabajo (evitando externalizaciones y siguiendo el espíritu de la legislación europea de prevención de riesgos), una **ampliación** de los medios humanos del cuerpo (según estándares de la UE) , cursos de **iniciación y reciclaje** en el uso seguro de equipos de trabajo, intensificación de las labores de **inspección** (cuyos informes sean vinculantes legalmente para producir modificaciones preventivas en los edificios) y **estudio** de edificios por parte de los mandos (para completar los *PSO's* aplicados a siniestros producidos en Edificios de Gran Altura, históricos o de gran dificultad operativa a nivel de emergencias por otras causas), otorgar un **carácter vinculante a los PSO** dentro del cuerpo, etc.

El presente TFG incluye un estudio de prevención más cercano a un “*PSOEM* con recomendaciones de mantenimiento” que a un *PSO* completo, pues por cuestiones obvias de extensión, acceso autorizado a documentación



limitado y por la naturaleza académica del presente documento no es pertinente llevar a cabo dicho plan de forma íntegra.

Se realiza en primer lugar un *Análisis de Riesgos* para la actuación del vehículo y su equipamiento. Posteriormente se lleva a cabo una *Valoración de Riesgos* basada en el *Método Fine* propuesto por el matemático William T. Fine del *Naval Ordnance Laboratory* de Maryland en 1971 [23]. Con estos dos procesos queda configurada la *Evaluación de riesgos* del plan, que se completará con un *Desarrollo de la acción preventiva* y con una *Revaloración de Riesgos* teniendo en cuenta el impacto estimado de la planificación resumida *PSO*.

4.1 Evaluación de Riesgos. Análisis de Riesgos en la operación del vehículo.

Realizar un análisis de riesgos en el desempeño de un vehículo tan representativo como el elegido, es hacerlo de buena parte de la actividad enmarcada dentro de la profesión de bombero. La mayor parte del tiempo que los bomberos trabajan en siniestro se encuentran acompañados de este tipo de vehículos siendo su equipamiento básico en el desarrollo de la profesión.

Es importante estudiar los lugares de trabajo de los bomberos así como los riesgos inherentes a su labor. El presente plan alcanzará a estudiar las situaciones de operación en siniestro. Es fundamental indicar que la propia profesión de bombero incluye un carácter altruista y de sacrificio, por lo que en situaciones complejas no hay más remedio que asumir riesgos que según las teorías de prevención aplicadas a cualquier otra situación serían inasumibles. Se conoce la importante *carga mental* y *carga física* de la profesión de bombero y debe ser asumida por aquellos ciudadanos que acepten esa responsabilidad. Esto no impide establecer una conciencia preventiva para la inmensa mayoría del conjunto de actividades de la profesión en las que muchos incidentes de importante gravedad podrían haber sido evitados de haber existido un protocolo vinculante de prevención establecido.

Antes de comenzar el proceso de Evaluación de Riesgos es de interés definir tres conceptos fundamentales en el campo de la prevención, tal y como los entiende el autor, puesto que en la abundante literatura a este respecto se mezclan diversas definiciones y es un objetivo de primer orden para la prevención emplear el sentido común y construir conceptos claros [20]:



- Probabilidad (de acaecimiento): Magnitud de la tendencia a que algo ocurra.
- Severidad: Importancia de una consecuencia (en nuestro caso lesiva).
- Daño: Consecuencia lesiva de una situación (consecuencia física). Ej.: fractura de tibia.
- Peligro (Por la importancia del abuso del lenguaje en referencia a este concepto se le otorgará una doble definición según contexto): Será “fuente de daño” o “característica inherente de una situación de producir un daño”. Así puede diferenciarse el matiz del término al aplicarse a un objeto o a una situación.
- Riesgo: Concepto abstracto probabilístico entendido como el estado de capacidad potencial lesiva de una situación, resultante de la combinación de la *probabilidad* de acaecimiento de un daño y la *severidad* del mismo. La conjunción de estos dos conceptos (*probabilidad* y *severidad*) configura la *gravedad* de un riesgo, que se entiende como la “magnitud del riesgo”, como la magnitud de la importancia de una situación de peligro, relacionada con el alcance de los efectos de la materialización del riesgo.

4.1.1 Lugares de trabajo

El entorno de trabajo en siniestro abarca numerosos lugares, en función del tipo de emergencia que se esté tratando. De este modo podremos tener actuaciones *en interior* (fuegos en vivienda, escapes en conducciones de gas domésticas, inundaciones de pisos bajos o sótanos, daños estructurales interiores...) o *en exterior* (fuegos en superficies descubiertas, rescates vehiculares, daños estructurales en fachadas, caídas de árboles o líneas aéreas eléctricas, etc).

Debido a la enorme diversidad casuística en el campo de trabajo de los servicios de extinción, serán de interés fundamentalmente las características generales de los lugares de trabajo, dada la imposibilidad de imponer clasificaciones cerradas. Debe pensarse que la intervención en siniestro es una actividad extraordinariamente dinámica, siendo cada lugar y condiciones de intervención diferentes. Este análisis es útil para la posterior definición de los riesgos de la profesión y su valoración.



Características de los lugares de trabajo

En el ámbito de la prevención se tienen en cuenta numerosos factores para determinar la naturaleza de un lugar de trabajo. Se presentan los más representativos, aplicados a la actuación de los servicios de extinción urbanos [20].

Seguridad Estructural

El diseño de los edificios debe garantizar condiciones de *Resistencia* (diseño a tenor de las solicitaciones), *Solidez* (capacidad de mantener su integridad evitando precipitaciones) y *Estabilidad* (armonía de los dos conceptos anteriores y la situación de trabajo de forma que la estructura sea segura frente a derrumbe).

En este aspecto son de aplicación las normativas de construcción vigentes, que garantizan la seguridad en condiciones normales en el levantamiento de todo tipo de estructuras urbanas. Los servicios de extinción de incendios trabajan en condiciones extremas y en muchas ocasiones el diseño y materiales de construcción sufren importantes modificaciones cuando se produce su intervención, especialmente en el caso de incendios, en los que el factor temperatura juega un papel fundamental.

Espacio de Trabajo

Las zonas de trabajo que ocupan los bomberos en su profesión (se entiende fuera del parque de bomberos, lugar que cumplirá con todas los requisitos de seguridad estructural y espacio) constituyen en muchas ocasiones un peligro, pues en situaciones de siniestro con daños estructurales muy a menudo no se respetan las alturas mínimas de piso a techo (3 metros en general, 2.5 metros para despachos y oficinas) ni por supuesto la superficie libre o el volumen libre por trabajador (2 m^2 y 3 m^3 respectivamente).

Diferencias de nivel

En los lugares de trabajo de los servicios de extinción pueden darse diferentes situaciones. Existen situaciones de trabajo a nivel del suelo o a distinto nivel, donde pueden presentarse caídas de varias decenas de metros (escalas, rescates en fachada, etc). Estas características de la profesión deben obligar al uso de elementos de seguridad en altura comúnmente conocidos en



prevención como *líneas de vida* (cuerdas y arneses), exceptuando el caso de situaciones en las que sea necesaria la total movilidad del bombero y se pueda entorpecer la actuación en siniestro (en rescates en altura puede suponer un impedimento a la movilidad y suponer un riesgo de caída a distinto nivel con consecuencias fatales para bomberos o víctimas, cosa que choca frontalmente con la naturaleza de los servicios de extinción); en estos casos puede contemplarse la desconexión a una *línea de vida*.

Paramentos y Cubiertas

Las caras de los elementos verticales estructurales suponen en muchas ocasiones un peligro por el riesgo de derrumbamiento. En el caso de las zonas acristaladas existe un riesgo adicional de daño por corte por la naturaleza propia del elemento. La precaución en la intervención en interiores debe ser máxima por estos motivos.

Pasillos y vías de circulación

Igualmente, la modificación de elementos estructurales en siniestro puede suponer la poca practicabilidad de vías destinadas a la circulación dentro de una construcción y puede hacer lo propio en exteriores. Esto obliga en ocasiones a la utilización de material de escalada o *Vehículos de altura*.

Puertas y Portones

Los accesos a diferentes zonas de una misma finca pueden estar a su vez alterados. Además, estas zonas suponen puntos del lugar de intervención (en el caso de incendios en interior) a los que se debe prestar especial atención ya que un habitáculo cerrado puede acumular aire y productos de combustión a alta presión y temperatura que pueden salir al exterior violentamente al abrir un acceso (puerta o portón), en ocasiones en forma de explosión (el denominado efecto *backdraft*, causado por la rápida reintroducción de oxígeno en el ambiente de combustión sumado a una posibilidad de expansión súbita).

No obstante un diseño adecuado de estos elementos puede ser de gran ayuda para la extinción de incendios (puertas cortafuego) ayudando a cumplir el objetivo de *autoprotección* de edificios (mediante la *compartimentación* o aislamiento de los focos de incendio).



Vías de Evacuación

Concepto fundamental en la prevención en edificios y por supuesto en el desempeño de la funciones de un bombero. En cualquier tipo de actuación ha de asegurarse la posibilidad de establecer una ruta de salida. Lo deseable es que esa ruta se defina como el recorrido inverso a la ruta de entrada, pero el gran dinamismo de las condiciones de actuación de los servicios de extinción (especialmente en fuegos en interior) no posibilita siempre esa opción por lo que en ocasiones ha de reabrirse un camino. Resulta de gran relevancia el seguimiento de las líneas hidráulicas o de una cuerda para volver al exterior (concepto de *línea de vida* en el argot de bomberos). En estas condiciones es obvia la importancia de los riesgos asumidos.

4.1.2 Riesgos de la profesión en el desarrollo de las actividades de las unidades BUP.

El enorme abanico de posibilidad de intervención que poseen estos vehículos les liga a la casi totalidad de riesgos de la profesión. No en vano una unidad BUP puede estar presente en prácticamente cualquiera de las emergencias tipificadas en los códigos del CISEM (incluso en los siniestros en los que no está tipificada como vehículo componente del tren de ataque inicial puede ser activada por requisito del desarrollo del siniestro).

Se encuentran multitud de riesgos ligados a la operación de esta clase de vehículos en siniestro, a los que los miembros de los servicios de extinción se enfrentan o pueden enfrentarse a lo largo de su vida profesional [20]:

Riesgo de traumatismo

Se trata del riesgo de impacto de un elemento sobre una parte del cuerpo del afectado. Los daños inherentes a dicho riesgo incluyen todo tipo de dolencias del sistema músculo-esquelético (fracturas, tendinitis, bursitis, esguinces, etc), cortes y otro tipo de dolencias asociadas (consecuencias vasculares, sobre el sistema nervioso, etc). Todos los daños pueden y suelen tener diversa consideración médica, desde leve a mortal de necesidad.

Este tipo de riesgo está presente en la mayoría de actividades que se desarrollan en siniestro. El carácter móvil de los vehículos, los cambios de posición de herramientas y equipos o la movilidad de los bomberos en entornos



con evidente inseguridad estructural (incendios en interior) hacen que la probabilidad de recibir impactos producidos por acción propia o ajena a las víctimas sea alta.

Riesgo de corte

Es el riesgo de producción de heridas abiertas por la acción de un elemento punzante o de filo. Los daños inherentes a este riesgo son cortes de diversa consideración (desde leves a graves, como amputaciones).

Al asociarse a la materialización de riesgos traumático está muy presente en siniestro, ligado a acciones lesivas de la misma naturaleza que dicho riesgo.

Riesgo de atrapamiento

Se entiende como el concepto de probabilidad de acaecimiento de un daño unido a su consecuente severidad, relativo a una situación en la que se ve reducida la movilidad de un sujeto por acción de un elemento externo. En el ámbito de actuación de los servicios de extinción puede suponer un peligro para la vida y en la mayor parte de los casos su característica inherente de reducción de movilidad va unida a daños de diversa índole. Sus consecuencias comunes son aplastamientos, amputaciones, pinchazos, cortes, etc. Si se produce dentro de una atmósfera peligrosa las consecuencias pueden ser catastróficas, pues las condiciones ambiente ponen en peligro grave a las víctimas.

Los bomberos corren este riesgo al manipular herramientas de rescate vehicular y al moverse por entornos hostiles tales como situaciones con riesgo de derrumbamiento, incendios en interior (escasa o nula visibilidad, reducido espacio, reducida movilidad...), incendios en exterior con material inflamable, rescates en pozos, barrancos, etc.

Riesgo de abrasión

Es el riesgo de sufrir daños por contacto superficial con otro elemento que se encuentra en movimiento (fricción debida a la velocidad relativa entre superficies de contacto). Es un riesgo típico en la industria que puede suponer daños como quemaduras, heridas abiertas, etc.

Está presente fundamentalmente en el uso de cuerdas y mangajes, aunque puede presentarse ocasionalmente en siniestros concretos con



presencia de elementos móviles (máquinas en funcionamiento, siniestros en industrias...).

Riesgo de atropello

Se trata de un tipo especial de riesgo emparentado con los de traumatismo. Consiste en el contacto violento entre un vehículo y una persona. Sus consecuencias son análogas a las de los riesgos de trauma.

Un atropello en un siniestro puede tener dos orígenes fundamentales. Por un lado que el atropello sea ocasionado por un bombero-conductor al desplazar una unidad móvil, o bien que un conductor ajeno al servicio atropelle a un miembro de los servicios de extinción. Está especialmente presente al atender accidentes de tráfico (deficiencias de señalización, incumplimiento por parte de la ciudadanía de las normativas de circulación, etc).

Riesgo de contacto térmico

Se entiende como el riesgo de contacto con un elemento que se encuentre a alta o baja temperatura dentro de un rango lesivo. Cuando la temperatura del elemento es mayor de 50 °C se denomina *con objeto caliente* y cuando es menor de 0 °C se denomina *con objeto frío*. Su principal daño es la producción de quemaduras.

Por el propio carácter de la profesión es un riesgo presente en cualquier incidente en el que el fuego esté presente. Asimismo puede darse en actuaciones en industrias con materiales y equipos a alta o baja temperatura.

Riesgo de caída a nivel

Consiste en el riesgo de pérdida de equilibrio al mismo nivel en el que se encuentra la persona que lo asume. Está relacionado con el Riesgo de traumatismo pero en sus consecuencias pueden intervenir elementos que se encuentren en las proximidades. Esto eleva sus posibles daños relacionados pues se puede afirmar que un elemento en las cercanías puede tener ligado a su vez cualquier tipo de *riesgo indirecto*.

A pesar del aparente carácter menos lesivo en comparación con otros riesgos, representa un incidente de altísima probabilidad y que puede limitar la acción de un bombero, produciéndole lesiones que impliquen el cese de su



actividad en el momento de atención del siniestro. Los daños producidos suelen afectar al sistema músculo- esquelético y pueden tener diversa consideración.

Riesgo de caída a distinto nivel

Se trata de un riesgo análogo al anterior pero con el agravante de producirse cuando existe una diferencia de altura entre el plano en el que se encuentra la persona que sufre sus consecuencias y el plano sobre el que cae. De idéntica forma al anterior riesgo puede tener cualquier otro riesgo asociado pero sus consecuencias, aun no habiendo elementos peligrosos en la zona de caída, suelen ser más perniciosas.

En los servicios de extinción es frecuente la operación en entornos elevados. El uso de material de escalada, escalas, escaleras, autoescalas y la movilidad por zonas de difícil acceso están a la orden del día por lo que este tipo de riesgo, unido a los fatales daños que puede acarrear (muerte, lesiones medulares o fracturas severas) hace necesario no pasar por alto las acciones preventivas en el terreno de labores en altura, que merecerían un documento propio en una *metodología PSO* implantada.

Riesgo de sobreesfuerzo

Se entiende como el riesgo de sufrir daños producidos por solicitaciones externas que excedan un umbral lesivo. Normalmente (salvo cuando se combina con patologías que no permitan un esfuerzo físico) sus consecuencias suelen ser subsanables. En el caso de los servicios de extinción su consecuencia más común es la producción de lesiones en el sistema músculo-esquelético.

El buen desempeño de la profesión de bombero (especialmente en los miembros en funciones de atención directa a siniestro) exige una excelente condición física (por la alta *carga física* de la profesión) y buen estado mental, que no pueden obtenerse sin un alto esfuerzo previo. En el mantenimiento de su condición los miembros de los servicios de extinción deben realizar una actividad física muy intensa, que implica el levantamiento de pesos y movimientos repetitivos que pueden resultar lesivos. Es sencillo en estas condiciones dar lugar a lesiones por sobrecarga (esguinces, tendinitis, bursitis, roturas musculares, etc).

Por otra parte, en su actuación en siniestro, los bomberos pueden verse obligados a levantar grandes cargas, mover mangajes, sujetar lanzas que



manejan caudales a alta presión, etc. La probabilidad de que se produzcan lesiones por sobreesfuerzo (causado de modo puntual o por movimientos repetitivos) es altísima, por lo que se debe perseguir un doble objetivo en el mantenimiento de la condición física de los bomberos: alcanzar una forma suficiente, que prevenga este tipo de lesiones y no incurrir en un desarrollo inapropiado de la actividad física para conseguirlo (cargas adecuadas, técnicas de levantamiento correctas, existencia de cuidados programas de acondicionamiento físico, adecuación de los programas de entrenamiento a la edad de los bomberos, etc).

Riesgo de contacto eléctrico

Es aquel ligado al acaecimiento de un daño que se refiere al contacto con un elemento que posibilita la incidencia en el cuerpo de una corriente eléctrica.

Sus efectos se dividen en los producidos *por paso de corriente* y los producidos *sin paso de corriente*. En el primer caso pueden producirse quemaduras, tetanización, fibrilación ventricular, asfixia o embolias. De forma indirecta por el riesgo de caída pueden producirse traumas y/o cortes. En el segundo caso pueden producirse quemaduras (arcos eléctricos), lesiones por proyecciones (soldadura), lesiones oftálmicas u originar incendios.

Riesgo de incendio [21]

Un incendio es la consecuencia del desencadenamiento de una reacción de combustión indeseada, que es susceptible de no poder ser controlada o finalizada fácilmente. Los servicios de extinción deben ser prudentes en el uso de sus propios equipos de trabajo, al manipular elementos eléctricos...

Uno de los siniestros (ya de por si complicados) que presentan este riesgo son los accidentes de circulación, puesto que la existencia de elementos eléctricos en un automóvil (batería) junto con la de sustancias inflamables puede generar un incendio en el vehículo, aun cuando este no se haya producido inicialmente tras el impacto. Una de las primeras acciones que se realicen en estos siniestros debe ser inutilizar y retirar la batería.



Riesgo de salpicaduras

Se entiende como el riesgo de entrar en contacto con fluidos perniciosos de forma involuntaria. El contacto suele estar precedido por una situación fuera de control que posibilita la proyección del fluido (explosión, derramamiento, caídas de objetos, inestabilidad propia del fluido por estar a alta temperatura, etc).

Los miembros de los servicios de extinción están expuestos a este riesgo en actuaciones como siniestros en industrias químicas o metalúrgicas y en incendios. Los daños producidos por la materialización de este tipo de riesgo suelen ser irritaciones, quemaduras, lesiones oftálmicas, etc.

Riesgo de impregnación de productos peligrosos

Es el riesgo consistente en entrar en contacto con productos que por su propia naturaleza son lesivos para el ser humano. Pueden entenderse como tales productos corrosivos, productos radiactivos... El contacto con este tipo de sustancias puede generar irritaciones, quemaduras, lesiones oftálmicas, consecuencias oncológicas, asfixia, etc.

Riesgo de exposición a atmósfera peligrosa

Este riesgo se materializa cuando la víctima entra en un entorno hostil que posee características de naturaleza perniciosa: existencia de gases tóxicos, productos corrosivos o radiactivos, productos gaseosos de combustión u otros gases que desplacen el oxígeno presente en la atmósfera, existencia de alta temperatura ambiente que pueda hacer el aire irrespirable por causar lesiones respiratorias, ausencia de oxígeno, condiciones de muy alta o muy baja presión del aire, etc.

Los daños comunes inherentes a estas situaciones son cuadros de asfixia, quemaduras en vías respiratorias, quemaduras corporales, lesiones oftálmicas, irritación de mucosas y daños oncológicos.

Riesgo de explosión

La materialización de este riesgo es muy temida entre los miembros de los servicios de extinción, dado que sus consecuencias más comunes son en el mejor de los casos graves lesiones (quemaduras graves, pérdida de miembros) y en el peor, fallecimiento de las personas afectadas.



Una explosión puede producirse por el desarrollo de la combustión en productos muy inflamables o directamente de tendencia o naturaleza explosiva. Asimismo puede venir causada por el *efecto backdraft*, [21] en el que una masa gaseosa a muy alta presión y temperatura se encuentra de forma súbita en condiciones de expandirse. Al producirse tal expansión se libera gran cantidad de energía originando gradientes de presión y temperatura en la zona inicial de menor presión, produciendo consecuencias a nivel térmico y mecánico importantes en los cuerpos cercanos.

Riesgo de exposición a radiación

La materialización de este riesgo consiste en la entrada en un entorno con actividad electromagnética. La exposición a radiación electromagnética es una situación cotidiana que vive cualquier ciudadano, teniendo en cuenta que existen fuentes de radiación naturales (inevitables y necesarias) y fuentes artificiales, pero si supera ciertos umbrales es perniciosa.

Las radiaciones cuyos efectos nocivos son conocidos se denominan radiaciones ionizantes. Son capaces de ionizar moléculas biológicas cambiando sus propiedades químicas e incluso de destruirlas. Sus efectos son tristemente conocidos por desastres como accidentes en centrales nucleares o el uso de armamento nuclear. En función del tiempo de exposición, tipo de radiación o la superficie del cuerpo irradiada sus efectos pueden ser diversos: quemaduras, hipertermia generalizada, lesiones oftálmicas, fuertes alteraciones del sistema nervioso, del sistema cardiovascular, alteraciones hormonales y en definitiva distorsión de los patrones reguladores del funcionamiento del organismo que redundan en una gran cantidad de efectos secundarios (por supuesto incluyendo los de tipo oncológico, los relativos al aparato reproductor, etc).

Las características propias de las funciones de los servicios de extinción hacen que su intervención en siniestros de calamidad radiológica o riesgo de radiación se produzca en graves condiciones de inseguridad y en situaciones donde los niveles de radiación puedan estar fuera de control. Los equipos de protección se hacen imprescindibles y, por lo conocido, poco eficaces, por lo que el control de seguridad en centrales nucleares y lugares donde se trabaje con sustancias o equipos que generen riesgo de radiación debe ser especialmente regulado según protocolos estrictos.



Riesgo de daño por vibraciones

Este tipo de riesgo se relaciona con el efecto de la exposición de una o varias zonas del cuerpo a movimientos vibratorios, que por su naturaleza oscilante someten al individuo a cargas repetidas (en muchos casos microcargas) que tienen efectos sobre el sistema músculo-esquelético. En concreto la exposición a vibraciones importantes en el sistema mano-brazo puede causar patologías neuromusculares y vasculares acompañadas de afectaciones óseas o cartilaginosas con síntomas como hormigueos, pérdida de sensibilidad o dolor, que generan la consiguiente pérdida de funcionalidad del miembro.

Los bomberos se encuentran expuestos a este tipo de riesgo en cuanto al uso de mangajes (naturalmente sujetos a variaciones de su caudal de trabajo), equipos de corte (radiales, motosierras), equipos de perforación (martillos neumáticos), etc.

Riesgo de daño por efecto acústico

Este riesgo se relaciona con la exposición a determinados niveles de ruido ambiental, que pueden generar patologías auditivas. La exposición prolongada a determinados niveles de ruido o la exposición puntual a niveles de importante entidad puede ocasionar un deterioro parcial o total de la función auditiva.

En el desarrollo de su profesión, los bomberos, salvo excepciones por la situación de sus parques (casos que deberán ser estudiados fuera del presente *Trabajo Fin de Grado*), no suelen verse sometidos a constantes y muy prolongadas exposiciones a niveles de ruido inaceptables, pero su actividad por supuesto está sujeta a englobar incidentes de gravedad en esta materia. Una explosión o un derrumbamiento pueden generar importantes liberaciones de energía en forma de ruido, susceptible de ocasionar importantes pérdidas de audición en un profesional de los servicios de extinción.

Riesgo de derrumbamiento

En la atención de muchos siniestros los miembros de un servicio de extinción se ven obligados a entrar en instalaciones que presentan gran inseguridad estructural. El riesgo de caída de una estructura por la modificación de su diseño inicial debida a la acción de cargas de nieve, viento, daños por agua o daños por fuego es alta. Conviene no perder de vista este riesgo y valorar si la



situación merece una actuación desde el interior de una construcción con daños estructurales evidentes.

En casos donde no existe la posibilidad de pérdida de vidas y los daños materiales son inevitables o de difícil paliamiento, los mandos a cargo de la intervención deben proteger la vida de sus compañeros y anteponer ante todo su bienestar, evitando actuaciones directas innecesarias (amparándose en el concepto jurídico de *estado de necesidad*). Si la situación requiere una actuación de rescate (riesgo de pérdida de vidas) hace su aparición el deber de intervención y sacrificio de los servicios de extinción, por lo que existiría un deber moral y jurídico (*obligación de sacrificio*) que exigiría una intervención asumiendo riesgos indeseables que otros ciudadanos no estarían en la obligación de correr.

Riesgo de daños psicológicos derivados de la carga mental

La profesión de bombero conlleva para las personas que la desempeñan vivir situaciones traumáticas, de alto estrés y alto nivel de desagrado, que pueden tener importantes efectos psicológicos. La atención a múltiples víctimas, víctimas con heridas graves, vivencia de situaciones con riesgo de pérdida de la propia vida o la de compañeros y el alto nivel de exigencia moral de la profesión causan patologías como cuadros depresivos, estrés postraumático, shock emocional, estrés deportivo y otras muchas relacionadas con trastornos de ansiedad [20].

Este tipo de trastornos pueden impedir realizar su labor a los profesionales de los servicios de extinción y no deben ser olvidados en la prevención orientada a sus funciones. La formación en la atención a siniestro, el reciclaje según las nuevas técnicas psicológicas relativas al campo de las emergencias y el apoyo y tratamiento psicológico a los bomberos deben ser puntos de referencia a desarrollar en una acción preventiva relativa a carga mental enmarcada en el ámbito de los servicios de extinción.

4.2 Evaluación de Riesgos. Valoración de Riesgos en la operación del vehículo. Método Fine.

Una vez analizados los riesgos presentes en el desarrollo de la profesión de bombero en relación al uso de unos vehículos tan versátiles como las unidades *BUP*, se hace necesario valorar la importancia de estos riesgos.



La elección de los principales riesgos y el entendimiento de su importancia no están exentos de cierto subjetivismo. No obstante se pretende otorgar al proceso de *Valoración de Riesgos* una mayor objetividad o, al menos una cuantificación más clara de la importancia de los mismos, respecto a los estándares básicos de valoración propuestos por el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)* [22]. Estos estándares se basan en la interpretación del profesional autor de un plan de prevención sobre la tolerabilidad o intolerabilidad ante un riesgo. Si bien su uso es útil para el desarrollo de una conciencia preventiva dentro del entorno empresarial nacional, su criterio de valoración de riesgos es mejorable a la hora de ser usado en planes de seguridad más concretos (campo de emergencias y servicios de extinción). Por ello se va a hacer uso de un método muy aceptado en el mundo de la prevención que desarrolló y justificó *William Fine* en 1971, basado en la obtención de unos valores cuantitativos que permitan clasificar el nivel de aceptabilidad de un riesgo y por tanto calibrar nuestras necesidades y líneas de actuación en materia de *Acción Preventiva*.

De esta forma, la escala propuesta por el *Método Fine* para valorar los riesgos reduce la subjetividad de un plan de prevención. Evidentemente no puede neutralizarse, pues siempre podrán discutirse los valores otorgados a cada riesgo, pero dentro de unos márgenes más estrechos que, de forma simultánea, mejoran la precisión de un plan y aún dejan capacidad de maniobra a los profesionales del campo de la *Prevención y Seguridad*. Este método constituye una solución versátil aplicable a multitud de situaciones para la valoración de riesgos dentro del mundo empresarial, industrial o en el propio campo de las emergencias.

4.2.1 Método Fine. Explicación y observaciones.

La praxis del Método Fine se fundamenta en la valoración de un parámetro denominado *Grado de Peligrosidad (GP)*. Este parámetro cuantifica la magnitud del riesgo que se está tratando y se calcula a partir de otros tres coeficientes que guardan una relación de proporcionalidad directa con dicho *Grado de Peligrosidad*. Estos tres parámetros se denominan *Consecuencias (C)*, *Exposición (E)* y *Probabilidad (P)* (referida a la ocurrencia del daño en el tiempo de exposición). El factor denominado *Consecuencias* se refiere al alcance del



daño debido al riesgo que se está corriendo. El daño inherente a este factor se considera como el más grave que es razonable considerar. Respecto al factor denominado *Exposición* se define como el “enfrentamiento al riesgo” y es la frecuencia con la que se presenta la situación de riesgo. Es valorado desde un nivel de ocurrencia “continua” hasta un nivel de ocurrencia “remoto”. En cuanto al tercer factor (*Probabilidad*) indica la posibilidad de que, una vez presente el riesgo, éste se materialice (tenga lugar un accidente) con el alcance a nivel de daños previsto [23].

El método otorga, según sus respectivos baremos, diferentes valores a los parámetros *C* (Tabla 4.1), *E* (Tabla 4.2) y *P* (Tabla 4.3). El producto de estos parámetros constituye una medida cuantitativa del *Grado de Peligrosidad*, según la ecuación 4.1:

$$GP = C \cdot E \cdot P \quad [4.1]$$

En función de este producto se clasifica el riesgo (Tabla 4.4) al que se está sometido y nos indicará si es aceptable, moderado, notable, alto o muy alto. De esta forma se podrá valorar si un riesgo puede ser asumido o si, por el contrario, el riesgo es inasumible y solicita una acción preventiva inmediata e ineludible.

Tabla 4.1: Baremo del parámetro Consecuencias.

CONSECUENCIAS (C)	VALOR DE C
Catástrofe, numerosas muertes	100
Varias muertes	50
Muerte	25
Lesiones graves, invalidez permanente	15
Lesiones con baja	5
Lesiones sin baja	1



Tabla 4.2: Baremo del parámetro Exposición. [23]

EXPOSICIÓN (E)	VALOR DE E
Continuamente, varias veces por guardia	10
Frecuentemente, aproximadamente una vez por guardia	6
Ocasionalmente, una vez cada 5 guardias	3
Irregularmente, una vez cada 15-60 guardias	2
Raramente, cada 60 guardias o más	1
Remotamente, no se descarta pero posee un acaecimiento verdaderamente excepcional	0,5

Tabla 4.3: Baremo del parámetro Probabilidad.

PROBABILIDAD (P)	VALOR DE P
Resultado más probable y esperado	10
Muy probable	6
Consecuencia posible	3
Consecuencia de rara ocurrencia	1
Consecuencia remota pero posible	0,5
Consecuencia prácticamente imposible	0,3

Tabla 4.4: Clasificación del riesgo y acción preventiva según Grado de Peligrosidad.

GRADO DE PELIGROSIDAD (GP)	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA (NIVEL DE URGENCIA)	ADAPTACIÓN DEL GP (PRIORIDAD EN LA FORMACIÓN)
Mayor de 400	Riesgo muy alto (grave e inminente)	Posible cese de la actividad de acuerdo a las indicaciones del mando del operativo	Formación de extrema importancia
Entre 200 y 400	Riesgo alto	Corrección inmediata	Formación de importancia
Entre 70 y 200	Riesgo notable	Corrección necesaria y urgente	Formación necesaria importante
Entre 20 y 70	Riesgo moderado	Corrección necesaria no urgente	Formación necesaria recomendada
Menos de 20	Riesgo aceptable	Medidas correctivas, no obligatorias pero recomendables	Formación necesaria recomendable



Una vez realizada la labor de análisis de riesgos se procederá a su valoración, proceso en el cual suele establecerse en el campo de la prevención un orden de prioridad (proceso de *priorización* de riesgos) en la ejecución de las acciones preventivas pertinentes. Dado el concreto cometido de un servicio de extinción de incendios y su elevada responsabilidad, un plan de prevención que se ajuste a sus funciones debe ser muy cauteloso a la hora de calificar una medida preventiva como no obligatoria o no prioritaria. De hecho por las especiales condiciones que se mencionan, en el presente *TFG* se establecerán directrices de seguridad y mantenimiento con el fin de actuar de forma global sobre todos los riesgos encontrados.

En una hipotética aplicación de la *metodología PSO* a un servicio de extinción, se debería formar a los bomberos en base a estas directrices, estableciendo unos contenidos de formación con énfasis en la prevención de aquellos riesgos que requieran corrección más urgentemente. Esta actuación *global* debe realizarse, con mayor motivo, cuando en un siniestro los daños directos debidos a la materialización de un riesgo concreto pueden ejercer daños indirectos inherentes en principio a otros riesgos. Estas conclusiones deben formar parte de la base de una organización basada en *Planes de Seguridad Operativos*.

Por tanto, los programas de formación que reciban los miembros del servicio de extinción, sí estarán priorizados en tiempo y contenido en base a aquellos riesgos menos asumibles según su *GP* (Tabla 4.4) (pero a nivel de *Acción Preventiva* se actuará globalmente sobre todos ellos). Para esta priorización de la formación se observarán los siguientes principios en cuanto a la *Valoración Fine*:

- I. Se tendrán en cuenta en primer lugar los riesgos con mayor Grado de Peligrosidad.
- II. Ante la misma severidad (*GP*) se estimarán menos asumibles los riesgos con mayor probabilidad de acaecimiento.
- III. Serán prioritarios los riesgos muy graves y de escasa probabilidad frente a riesgos más probables que implican menor alcance a nivel de daño.
- IV. Respecto al tiempo de exposición al riesgo se formará con énfasis sobre aquellos riesgos que sea razonable considerar estarán presentes durante más tiempo en el desarrollo de un siniestro.



- V. Respecto al número de personas expuestas, en aras de garantizar la seguridad de las víctimas atendidas no se priorizarán riesgos en la formación preventiva de los bomberos respecto a este criterio (si una sola persona está expuesta se considerará de vital importancia, ya que un rescatador afectado en términos potenciales viene a ser lo mismo que una víctima afectada). Además la casuística respecto al número de víctimas y miembros de los servicios de extinción relacionados con un siniestro es tremendamente variable.

La preparación concreta de los contenidos de formación es algo que excede el alcance del presente documento, por lo que deberá ser desarrollado como trabajo futuro por el departamento encargado de la formación del servicio de extinción donde se aplique la organización *PSO*. En el apartado 4.3.1.8 se presentan las líneas generales que deben seguir los contenidos de formación continua en un servicio de extinción de incendios.

4.2.2 Valoración de Riesgos.

Se procede a valorar los riesgos analizados en el apartado 4.1.2 en una actuación genérica en siniestro sin la existencia de un *PSO* implantado para la posterior planificación de las acciones preventivas requeridas (Tabla 4.5). Para realizar la valoración cuantitativa de los riesgos enmarcada dentro del *Método Fine* se debe trabajar desde el sentido común y desde una perspectiva justificada, por ello se ha razonado según la siguiente metodología:

- I. Para la cuantificación del parámetro *Consecuencias* se ha contemplado el alcance más grave razonable para un daño.
- II. Para el factor *Exposición* se ha seguido un razonamiento práctico basado en las estadísticas públicas del Cuerpo de Bomberos del Excelentísimo Ayuntamiento de Madrid [4]. En el año 2011 se realizaron 21.682 intervenciones, teniendo en cuenta que en la villa de Madrid existen doce parques, cada uno de ellos realizó (como dato medio significativo, ya que el reparto en la actividad de los diferentes parques es similar siendo algo mayor en ciertos parques situados en enclaves específicos) 1.806 salidas



anuales, es decir 150 salidas mensuales y 5 salidas diarias (teniendo en cuenta que una guardia tiene 24 horas podemos suponer un dato orientativo de 5 salidas por guardia). A la vista de estos datos se ha razonado qué riesgos tienen una mayor o menor incidencia en cada jornada de trabajo, teniendo en cuenta que un tercio de las intervenciones son debidas a siniestros de fuego y explosión, algo menos de una décima parte a daños por viento, aproximadamente una décima parte a daños por agua, una quinta parte a rescates, y el tercio restante de las intervenciones a otro tipo de siniestros (escapes de gas, vertidos, entradas en vivienda etc). Por tanto, se han relacionado los riesgos con el peso específico en intervención de los diferentes siniestros.

- III. Respecto al factor *Probabilidad* se ha realizado una valoración de índole subjetivo (debido a la no trascendencia de datos concretos a nivel de daños, bajas, causas médicas, estadísticas de esos parámetros en relación a la operación en intervención...). Dicha valoración se ha realizado según lo estudiado y aprehendido por el autor, bajo consulta de manuales de emergencias, literatura técnica relacionada con los servicios de extinción y otras publicaciones y opiniones cercanas al ámbito de aplicación. La flexibilidad del *Método Fine* consigue unas valoraciones de probabilidad suficientemente acertadas. En un estudio de prevención siempre existe un componente subjetivo inherente al punto de vista del personal técnico encargado de su realización. El baremo probabilístico del método nos permite ajustar convenientemente la probabilidad de materialización de los riesgos (aun cuando pudieran discutirse matices como si una probabilidad de ocurrencia es, por ejemplo, “rara” o “remota”).



Tabla 4.5: Valoración de los riesgos con anterioridad a la aplicación del PSO.

RIESGO	CONSECUENCIA	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD
Traumatismo	50	6	6	1800
Atrapamiento	50	3	3	450
Corte	25	6	3	450
Abrasión	15	3	3	135
Atropello	50	6	1	300
Contacto térmico	50	6	6	1800
Caída (mismo nivel)	15	10	3	450
Caída (distinto nivel)	25	3	3	225
Sobreesfuerzo	15	10	6	900
Contacto eléctrico	25	6	1	150
Incendio	50	3	1	150
Salpicaduras	25	2	1	50
Impregnación de productos peligrosos	25	2	1	50
Exposición atmósfera peligrosa	100	6	3	1800
Explosión	100	3	10	3000
Exposición a radiación	100	0,5	10	500
Vibraciones	15	6	1	90
Efecto acústico	15	6	3	270
Derrumbamiento	100	2	10	2000
Carga mental	15	3	3	135

4.3 Desarrollo de la Acción Preventiva

Una vez realizada la fase de valoración de riesgos se llega a la fase de desarrollo práctico de la prevención, cuyas directrices han sido elaboradas por el propio autor del TFG, de acuerdo a su criterio y conocimiento de los servicios de extinción. El alcance de la acción preventiva presentada en el presente *Trabajo Fin de Grado* abarca los riesgos de la profesión ligados a la actividad general en siniestro. Es importante recordar que existe una actividad en los



parques de bomberos por parte de los trabajadores de los servicios de extinción que no está exenta de estudios de prevención e incluso de planes de mantenimiento. Dicha actividad podrá ser analizada en el desarrollo futuro de *PSO* que puedan abarcar un estudio de prevención y de mantenimiento para los propios parques de bomberos.

El alcance de las acciones que se recomiendan en el presente *TFG* está enmarcado especialmente en el campo de la prevención (más cercano al contenido de un *PSOEM*). No obstante, para recordar el carácter integrador de los *PSO* se realizarán recomendaciones de mantenimiento de ciertos equipos, sin olvidar que un *PSO* definitivo de un vehículo (cuyo alcance excede la extensión del presente documento) debería incluir tanto normas de prevención como una planificación detallada de mantenimiento preventivo de acuerdo a las especificaciones de fabricante y al criterio del mando.

Respecto a la planificación de la acción preventiva se desarrollarán dos apartados:

- Directrices de seguridad generales comunes para *PSO* vehiculares. Relativas a la utilización de EPI's de uso general, jerarquía, protocolos de intervención, carga mental, carga física, circulación vial o revisión y formación continuas.
- Normas de seguridad específicas (de prevención y de mantenimiento). En lo que concierne a los principales equipos de trabajo del vehículo: equipos ERA, mangajes, herramientas de excarcelación vehicular, escalas, herramientas manuales, extintores y equipo de bombeo.

Por otra parte, conviene explicar que la actividad en siniestro no puede ser totalmente “programada”, puesto que en cada aviso el tipo de actuación, personal, material, lugar de trabajo y condiciones de trabajo varían. Esto dificulta la planificación de la acción preventiva. El autor propone, con la *metodología PSO*, desarrollar en el futuro cuatro vías generales de actuación en materia de acción a efectos de prevención:

- I. Facilitar directrices de operación en siniestro (protocolos y equipos de trabajo, estudio técnico de características del entorno operativo...).
- II. Planificar el mantenimiento preventivo de equipos de trabajo.
- III. Revisión anual de las acciones enmarcadas dentro de las dos vías anteriores.



IV. Formación continua en el servicio y formación a la ciudadanía.

Comentarios respecto a la priorización de la acción preventiva

Generalmente, como se ha introducido en el apartado 4.2.1 en la elaboración de planes de prevención se suele realizar una *priorización* para la actuación preventiva, de forma que se justifiquen los gastos que genere la implantación de medidas de seguridad y de esta forma se realice una inversión eficaz y eficiente (buscando impacto sobre aquellos riesgos que puedan generar más inseguridad).

En el caso de estudio todos los riesgos encontrados necesitan de una acción preventiva obligada (Tabla 4.6). No obstante si se hubiera observado algún caso con acción preventiva “recomendable, no obligada”, ese riesgo habría sido también tenido en cuenta en la elaboración de este apartado (esa priorización se deja por decisión del autor para establecer contenidos de formación prioritarios para los programas de formación del servicio de extinción (según se dice en el apartado 4.2.1) reinterpretando la priorización habitual del *Método Fine*, para su aplicación satisfactoria en el ámbito de las emergencias. Para aquellos riesgos calificados como *muy altos* la corrección (para el presente plan: “formación preventiva”) es de extrema relevancia. La importancia de la corrección según riesgos disminuye hasta ser catalogada como “recomendable”. A pesar de dicha priorización base se hace notar que en su *reinterpretación* la formación continua para prevención en siniestro siempre tiene carácter “necesario” (Tabla 4.4).

Por tanto, conocida la importancia de la labor de los servicios de extinción se actúa con el fin de paliar la magnitud de todos los riesgos, puesto que la materialización incluso de los riesgos con menor *Grado de Peligrosidad* puede implicar la muerte de rescatadores o rescatados. Por supuesto la prevención de riesgos altos o muy altos debe ser muy tenida en cuenta de cara a decisiones en siniestro, que deben tomarse de manera totalmente conservadora. No obstante, este conservadurismo queda limitado por la imperiosa necesidad de actuación en situaciones en las que peligren vidas, en cuyo caso siempre serán de aplicación las directrices preventivas *PSO*.



Tabla 4.6: Clasificación de los riesgos estudiados según Grado de Peligrosidad.

RIESGO	GRADO DE PELIGROSIDAD	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
Explosión	3000	Riesgo muy alto
Derrumbamiento	2000	Riesgo muy alto
Traumatismo	1800	Riesgo muy alto
Contacto térmico	1800	Riesgo muy alto
Exposición atmósfera peligrosa	1800	Riesgo muy alto
Sobreesfuerzo	900	Riesgo muy alto
Exposición a radiación	500	Riesgo muy alto
Caída (mismo nivel)	450	Riesgo muy alto
Atrapamiento	450	Riesgo muy alto
Corte	450	Riesgo muy alto
Atropello	300	Riesgo alto
Efecto acústico	270	Riesgo alto
Caída (distinto nivel)	225	Riesgo alto
Contacto eléctrico	150	Riesgo notable
Incendio	150	Riesgo notable
Abrasión	135	Riesgo notable
Carga mental	135	Riesgo notable
Vibraciones	90	Riesgo notable
Salpicaduras	50	Riesgo moderado
Impregnación de productos peligrosos	50	Riesgo moderado

4.3.1 Directrices de seguridad generales comunes a los PSOEM aplicados a vehículos.

Todos los *PSOEM* aplicados a vehículos (tal y como los concibe su creador, el autor del presente TFG) en cuanto a su carácter de planes de prevención orientados a siniestro, deben incluir directrices de seguridad relativas a la organización y condiciones de trabajo de los miembros del servicio. Ciertos contenidos de los diferentes *PSOEM* aplicados a las diferentes tipologías vehiculares referido a dicha organización y a las condiciones laborales son comunes, como es lógico a todos los vehículos. Sería práctico por tanto, en la implantación de dichos planes, realizar un *Documento Común sobre directrices de seguridad generales para PSO vehiculares*. Puntos de desarrollo como equipos *EPI* de uso general (con independencia del vehículo que opere en siniestro), Jerarquía operativa, circulación vial, marcos de actuación en materia



de carga mental, de carga física, de control de datos y revisión de planes o de formación continua son comunes en el contenido de cualquier PSO vehicular.

Por otra parte, un PSO aplicado a una unidad móvil debería incluir directrices de intervención en siniestro que guíen la toma de decisiones en el terreno de trabajo. En este punto juegan su papel los PSOS (*Planes de Seguridad Operativos para Siniestro*), que evitan la necesidad de desarrollar para cada PSOEM vehicular estas directrices para un amplio abanico de tipos de siniestro. Basta con incluir en los PSOEM un apartado de directrices en cuanto a protocolos de intervención que recoja referencias a los PSOS que sean de aplicación en la actividad del vehículo.

En este apartado del TFG se presentan las líneas de contenido de los puntos comunes citados y una ejemplificación (*Directrices de protocolos de intervención*) que ilustra el carácter práctico que deberían tener los PSOS (se ha elegido de entre todas las posibilidades de intervención analizar los *siniestros de fuego, en altura y de rescate vehicular*, englobados en la actividad de la unidad BUP elegida).

4.3.1.1 Utilización de equipos EPI de uso general

En el desarrollo de la labor de las unidades BUP, dada la existencia de importantes riesgos, se hace absolutamente necesario el uso de *Equipos de Protección Individual (EPI)*. En este apartado se hablará de los equipos de protección frente a riesgos traumáticos, abrasivos, de contacto térmico, contacto eléctrico, salpicaduras, impregnación de productos peligrosos y acústicos (posteriormente se analizarán los equipos de protección respiratoria, más ligados a evitar los daños por Riesgo de exposición a atmósfera peligrosa).
[17]

Casco integral

El uso de casco integral es de vital importancia de cara a evitar graves lesiones que pueden ocasionar la muerte de los miembros de los servicios de extinción. Se trata de un EPI de diseño complejo y de categoría III, (al igual que todos los EPI propios de los servicios de extinción) [24] conforme al *Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre* por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los EPI. Dado este



carácter especial, son de aplicación las siguientes directrices de seguridad a juicio del autor del presente documento:

- I. El casco integral deberá cumplir la *Norma UNE-EN-443:2009* sobre cascos de bomberos.
- II. El uso del casco oficial del cuerpo será totalmente obligatorio en siniestro.
- III. Tendrá uso personal.
- IV. En el casco integral se acoplará un cubre-nucas según la *Norma UNE-EN-443:2009* que será de uso obligatorio en siniestros de fuego y de uso opcional en el resto de siniestros.
- V. El barbuquejo deberá situarse en la barbilla de forma firme y segura siguiendo el perfil ergonómico del mismo y buscando un perfecto ajuste de las correas de seguridad.
- VI. El uso de los visores de protección ocular será obligatorio en siniestro. Quedará a criterio del trabajador la elección del tipo de visor según las circunstancias, en aras de procurar su seguridad y comodidad.
- VII. La limpieza del casco será una tarea personal de carácter mensual salvo cuando a criterio del usuario o de un superior la existencia de suciedad o incrustaciones impida su correcta utilización. Se realizará con agua jabonosa provista de un detergente neutro y un paño suave. Queda prohibida la utilización de paños o esponjas abrasivas. Se pondrá especial atención en la limpieza de los visores de protección.
- VIII. En los casos en los que exista impregnación de productos químicos peligrosos o con propiedades radiactivas y no sea posible una total descontaminación se sustituirá la unidad por otra nueva.

Vestimenta de Intervención

El uso de un uniforme de trabajo cómodo y con las propiedades necesarias para desempeñar la labor de los miembros de los servicios de extinción es crucial para su buen funcionamiento. La vestimenta oficial de intervención constará del uniforme oficial del cuerpo, chaquetón de intervención, cubre-pantalón de intervención, botas, guantes y pasamontañas. Se contempla en siniestros de carácter especial el uso de vestimenta integral de torso y miembros, que será definida en los *PSOS* correspondientes.



Chaquetón de Intervención

A juicio del autor, son de aplicación las directrices de prevención siguientes:

- I. Deberán cumplir la *Norma UNE-EN-469:2006*, relativa a ropa de protección para bomberos.
- II. El uso del chaquetón de intervención será personal.
- III. Utilización obligatoria en todas las intervenciones en siniestro.
- IV. Su limpieza tendrá carácter mensual y se utilizarán detergentes neutros y temperaturas de lavado menores a 40°C salvo cuando a criterio del usuario o de un superior la existencia de suciedad o incrustaciones impida su correcta utilización.
- V. En los casos en los que exista impregnación de productos químicos peligrosos o con propiedades radiactivas y no sea posible completar una total descontaminación, se sustituirá la unidad por otra nueva.
- VI. El abrochado del chaquetón deberá realizarse de forma completa evitando holguras, de manera que exista un perfecto solapamiento con el resto de elementos de la vestimenta de intervención.

Cubre-pantalón de Intervención

Se considerarán las normas de seguridad siguientes:

- I. Deberá cumplir la *Norma UNE-EN-469:2006*.
- II. Su utilización tendrá carácter personal.
- III. Será de uso obligado en todas las intervenciones.
- IV. A efectos de limpieza y puesta se observarán las indicaciones realizadas para el chaquetón de intervención.

Botas de Intervención

Se cumplirán las siguientes indicaciones:

- I. Las unidades adquiridas seguirán la *Norma UNE-EN-15090:2007* relativa al calzado para bomberos.
- II. Su uso tendrá carácter personal.



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- III. Se recomienda su preparación previa a la puesta para la salida en siniestro. En aras de la ganancia de tiempo dicha preparación consistirá en la introducción de los bajos del cubre-pantalón en la parte alta de las botas de intervención, evitando holguras.
- IV. Su limpieza se efectuará después de cada guardia con agua mezclada con un detergente neutro. Deberá prestarse especial atención a la limpieza de las suelas, evitando la presencia de polvo, aceites u otros productos resbaladizos.
- V. Su utilización será obligatoria en todo tipo de siniestros. Se contempla la posibilidad de realizar cambios de calzado si la intervención lo requiere, como será el caso del uso de botas altas en inundaciones o calzado especial en intervenciones concretas (necesidad de escalar, riesgo bacteriológico, radiológico o químico...). Los PSOS indicarán el uso de este tipo de calzado en situaciones especiales y definirán sus características.

Guantes de Intervención

Se cumplirán las normas de seguridad siguientes:

- I. Cumplirán la *Norma UNE-EN-659:2003*, relativa al uso de guantes para bomberos.
- II. Su uso será obligado para todas las intervenciones excepto para interactuar con los paneles de mando del vehículo o en otros casos excepcionales solicitando autorización al mando en intervención. Su utilización será ineludible en ataques a fuego.
- III. Se contempla la posibilidad de utilizar otro tipo de guantes para la realización de tareas concretas: soldadura, atención a víctimas, etc.
- IV. Las indicaciones a nivel de limpieza se corresponden con lo planteado para el chaquetón y el cubre-pantalón de intervención.

Pasamontañas de intervención

Las actuaciones en siniestros con fuego llevadas a cabo por los servicios de extinción hacen necesaria una protección integral del cuerpo de los trabajadores. Una de las partes más vulnerables en un ataque a fuego es el cuello, puesto que existe una discontinuidad en la protección que brinda el casco integral y el chaquetón de intervención. A pesar de la acción del cubre-



nucas, en una atmosfera peligrosa con gases a alta temperatura es previsible (y por desgracia habitual) la materialización del riesgo de contacto térmico en forma de quemaduras leves (susceptibles de empeorar su consideración), por lo que se observa la necesidad de usar pasamontañas. Se observarán las siguientes indicaciones, en opinión del autor:

- I. El pasamontañas de intervención tendrá un uso personal.
- II. Las directrices en cuanto a limpieza serán idénticas a las expuestas para el chaquetón y el cubre-pantalón de intervención.
- III. El modelo de pasamontañas elegido para su operación en servicio deberá cubrir totalmente el cuello y la cabeza del usuario dejando abertura suficiente para ojos, nariz y boca; de forma que pueda utilizarse la mascarilla del ERA convenientemente.
- IV. Cumplirá las *Normas UNE-EN-1149:2008* y *UNE-EN- 11612:2010*, relativas a propiedades ignífugas y aislantes respectivamente, así como *Norma UNE-EN-469:2006*, incluida en el apartado del *Chaquetón de intervención*.

Complementos a la Vestimenta de Intervención

Protección auditiva

El casco integral ofrece conforme a la normativa vigente cierta protección auditiva cuyo aislamiento inherente permite el uso de sistemas de comunicación adaptados al casco. No obstante, a criterio del autor, en la realización de ciertas tareas puede ser necesario el uso de protección auditiva especial (concretamente trabajos en el parque o de perforación). Para dichas situaciones se observarán las siguientes indicaciones:

- I. En aquellas labores fuera de siniestro que necesiten del uso de equipos de trabajo especialmente ruidosos (taladradoras, sierras mecánicas, radiales, etc) se utilizarán orejeras de protección auditiva.
- II. Las orejeras estarán diseñadas para brindar protección en el margen de 95-110 dB. Posibilitarán la comunicación del usuario (en ningún caso se utilizarán orejeras de aislamiento total).



- III. Las orejeras cumplirán las *Normas UNE-EN-13809:2003* y *UNE-EN-352:2003* relativas a ensayos de protectores auditivos y requisitos generales de protectores auditivos respectivamente.

Sistema de comunicación integrado en casco integral

La creciente dificultad en la intervención en siniestros de fuego, la necesidad de coordinar equipos humanos en el interior de edificaciones siniestradas y la necesidad de intercomunicación de sus miembros durante la realización de su tarea obliga a utilizar recursos de comunicación que excedan la tecnología (fundamentalmente por el tamaño) de las emisoras convencionales. Por ello, se deberán utilizar sistemas de comunicación integrados en el casco de intervención que deberán cumplir la normativa vigente y observar las siguientes indicaciones, en opinión del autor:

- I. La elección del sistema de comunicación se realizará observando fundamentalmente requisitos de total compatibilidad con el modelo oficial de casco integral elegido para el servicio, así como buscando la comodidad de los usuarios, según la normativa vigente.
- II. El micrófono funcionará mediante tecnología de resonancia craneal y poseerá funciones de cancelación de ruido que permitan una óptima comunicación y minimización de interferencias.
- III. Después de cada guardia se comprobará bajo observancia del mayor mando presente en cada parque el funcionamiento de estos equipos de comunicación. Se sustituirán aquellos sistemas que no funcionen correctamente, permitiendo una comunicación clara entre emisor y receptor.
- IV. Cada usuario será responsable de la custodia del elemento de comunicación de su casco integral y deberá velar por su buena conservación (evitando en todo caso golpes, contactos con líquidos, etc).

4.3.1.2 De la Jerarquía

En la organización de las tareas en intervención de los servicios de extinción es fundamental la existencia de una escala jerarquizada de forma que puedan recibirse órdenes y acatarse de acuerdo a lo dispuesto en el reglamento de cada servicio. En el caso del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de



Madrid la emisión y recepción de órdenes dentro de la escala se realizará siguiendo de mayor a menor notoriedad en el escalafón la siguiente sucesión de cargos: Bombero-especialista y Bombero-conductor, Cabo (Jefe de Grupo), Sargento, Sub-Oficial, Jefe de Guardia, Supervisor de Guardia, Directivo de Guardia y Alcalde de Madrid.

Sin perjuicio de lo estipulado en el reglamento se observan las siguientes indicaciones que, llegado el caso, pueden tener incidencia en el buen funcionamiento de un equipo en siniestro, por lo que son pertinentes en un documento de prevención de riesgos según el autor del presente TFG:

- I. Se respetarán las órdenes recibidas.
- II. Se comunicará al mando inmediatamente superior cualquier incidencia o novedad en intervención que modifique la complejidad del siniestro.
- III. Se mantendrá una actitud de total respeto entre iguales, superiores y subordinados.
- IV. Las órdenes deberán seguir las indicaciones de los *PSOS* y su contenido vendrá justificado por las circunstancias según el criterio y bajo responsabilidad de cada mando.

4.3.1.3 Directrices de protocolos de intervención

En general, las directrices de protocolos de intervención en siniestro vendrán dadas por los *PSOS*. Sus líneas características se fundamentarán en ciertos objetivos de prevención según el tipo de intervención. Es esencial que exista una normativa clara y concisa que unifique criterios de actuación en un servicio de extinción, se exponen las líneas fundamentales de protocolos preventivos de actuación a juicio del autor mediante los ejemplos de siniestros de fuego, altura y de rescate vehicular.

Siniestros de fuego

Normas generales

- I. En la medida de lo posible se utilizará el agua como agente extintor buscando la extinción por enfriamiento, dado que este tipo de acción suele generar menor riesgo de daños para las posibles víctimas atrapadas. En el caso de fuegos complejos o en los que intervengan sustancias especiales se utilizarán agentes de extinción acordes a lo expuesto en los *PSOS*.



- II. Como precaución inicial, cuando se desconozca la existencia o no de víctimas atrapadas, se evitará el uso de métodos de extinción de dilución de oxígeno, con el fin de reducir el riesgo de asfixia por desplazamiento de oxígeno debido a la acción del agente o mezcla extintora.
- III. En los fuegos en los que se conozca o sospeche la existencia de materiales combustibles de Clase D (metales químicamente activos) se solicitará información concreta sobre el contenido de las instalaciones y se utilizarán exclusivamente agentes específicos para evitar ineficacia en la extinción y disminuir el riesgo de explosión respectivamente. En estos casos se extremarán las precauciones en relación a llevar a cabo ataques directos.
- IV. En incendios desarrollados en atmósferas con escasa visibilidad se utilizarán métodos de desplazamiento que permitan favorecer la visibilidad del suelo y la cercanía a éste buscando por tanto zonas de menor temperatura y presión en un incendio. Se hará uso del *gateo* en los casos de humo muy denso cuando la visibilidad sea nula y del *paso de pato* cuando exista cierta visibilidad del suelo y sea necesaria una mayor celeridad de desplazamiento, todo ello con el objetivo de disminuir el riesgo de caída a distinto nivel, caída al mismo nivel, atrapamiento o traumatismo, entre otros.
- V. La entrada en atmósferas con escasa visibilidad se realizará al menos en compañía de otro compañero, siendo recomendables equipos de tres trabajadores. Esta práctica se extenderá a los protocolos de ataque para todo tipo de siniestros de fuego.

Normas para fuegos de carácter especial

En este tipo de siniestros estaremos a menudo entre materiales combustibles de Clase C (gases y líquidos presurizados) y de Clase D (metales). Las teorías de extinción para estos tipos de materiales son extensas y específicas para el caso de muchos metales por lo que exceden en alcance el presente *Trabajo Fin de Grado*. Por ello se remitirá la acción y directrices preventivas de un protocolo de intervención a los *PSOS* específicos [25].

Ventilación

La ventilación en incendios se trata de una técnica que redundará en un aumento de la seguridad en la labor de los servicios de extinción si es bien utilizada. Reduce la magnitud de la temperatura y presión presentes en la



atmósfera incendiada reduciendo la probabilidad de materialización del riesgo de explosión por *efecto backdraft*, así como aumenta la dificultad de que se alcance una situación de combustión generalizada (*flashover*) [21]. No obstante, una mala técnica de ventilación, utilizando caudales de desalojo muy altos o en una fase media alta de desarrollo del incendio puede ocasionar efectos contrarios a los deseados introduciendo una excesiva cantidad de aire fresco en las mezclas locales de combustión o movilizand las llamas por efectos de vacío.

Respecto a la ventilación en siniestros de fuego se realizan las siguientes indicaciones de seguridad:

- I. Con el fin de reducir el riesgo de daño a personas y bienes, disminuyendo la perniciosidad de una atmósfera contaminada por humo se valorará siempre la posibilidad de ventilar un incendio (en caso de que esté ventilado se valorará la condición de ventilación para actuar en consecuencia). Para llevar a cabo la ventilación se tendrán en cuenta las condiciones de calor, apariencia de llama, estructurales y peligro para la vida de las víctimas/bomberos.
- II. Cuando se lleve a cabo una ventilación se realizará en el menor tiempo posible un ataque directo con el fin de evitar la posibilidad de reavivamiento del fuego.
- III. La decisión de ventilación según factores estructurales atenderá a la cantidad y tamaño de orificios en las paredes, al número de plantas, huecos en el tejado, compartimentación interior y disponibilidad y situación de salidas de emergencia.
- IV. Al utilizar en la ventilación vías estructurales se tomará la precaución de seleccionar aquellas que no constituyan vías de evacuación.
- V. En los casos en los que se realice ventilación vertical, ésta se realizará situando la chimenea lo más directamente posible en la vertical del foco de incendio.
- VI. Se tomará la decisión de realizar ventilación vertical una vez considerados el tipo de edificio incendiado, su ubicación, tiempo de desarrollo del fuego, nivel de propagación, características del fuego y las rutas de entrada/salida.

Respecto a las precauciones de seguridad en la realización de orificios de *ventilación vertical*, se observan las siguientes indicaciones:



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- I. En la apertura de los orificios de ventilación se tomará la precaución de comprobar la dirección del viento. El sentido de empuje del viento deberá situarse a la espalda de las personas que realicen las tareas estructurales de ventilación y de cara al orificio.
- II. Se valorará el peso situado en el tejado y la integridad de éste. A estos efectos no deberá comprobarse solamente la integridad material del tejado sino el estado estructural del mismo. Se evitará pisar en aquellas zonas donde, mediante herramientas manuales, se observen comportamientos inestables, de desprendimiento o de tipo *esponjoso*.
- III. En la realización de orificios de ventilación no se alterarán los apoyos del edificio, tomando la precaución de abrir la chimenea a una distancia prudente de éstos.
- IV. Se utilizarán cuerdas y escalas de mano para asegurar que ningún miembro de los servicios de extinción pueda caer en la chimenea.
- V. Cuando en las labores de realización de los orificios se lleven a caboizados de herramientas eléctricas, en todo caso, éstas estarán desconectadas de la red.
- VI. Se realizarán inspecciones por parte de los departamentos pertinentes de los servicios de extinción para determinar de forma periódica las características de los edificios del núcleo urbano en cuestión y el estado de los mismos para establecer categorías de actuación (generales y a nivel de ventilación) que determinen el contenido de los *PSOS*.
- VII. En los casos en los que existan llamas en el tejado no se realizará ventilación alguna.
- VIII. Bajo ningún concepto se realizará un ataque a fuego a través de chimeneas cuando exista personal o haya riesgo de presencia de víctimas en el interior del edificio.

Respecto a las precauciones que se observarán a nivel de *ventilación horizontal*:

- I. Las chimeneas deberán interconectar muros entre los cuales exista un pasillo arquitectónico lo más directo posible de forma que se pueda establecer una corriente de barlovento a sotavento.
- II. La elección de la técnica de ventilación horizontal se realizará en edificios de varias o muchas plantas (*EGA*), en los que sea inviable realizar una ventilación vertical por las propias características del edificio en relación a la situación del fuego.



En cuanto a las indicaciones de prevención en relación a la *ventilación mecánica*:

- I. La ventilación mecánica se realizará en supuestos especiales siempre como complemento a la ventilación natural, ya sea de tipo horizontal o vertical, y por cortos períodos de tiempo, puesto que los grandes caudales que manejan los ventiladores utilizados pueden redundar en un avivamiento del fuego y en una renovación de la carga de aire.
- II. Este tipo de ventilación estará especialmente indicado cuando el fuego esté extinguido y exista humo en el interior de un edificio. En este caso la misión de la ventilación irá encaminada a reducir los daños materiales que el humo pueda producir y en mejorar las condiciones de salubridad de la atmósfera interior de cara a la posterior actuación de los servicios de extinción o a la posible presencia de víctimas.
- III. En general, será preferible la ventilación positiva puesto que existe menor riesgo de atracción de las llamas hacia la zona de ventilación.
- IV. El uso de ventilación mecánica negativa estará indicado especialmente en aquellos casos donde no exista llama o en espacios arquitectónicos concretos (como sótanos) dónde no exista otra posibilidad de ventilación.

Siniestros en altura

Buena parte de las intervenciones en siniestro se realizan a nivel superior al del suelo. Este tipo de actividad requiere una formación especial y una serie de consideraciones en materia de prevención. Como normas de seguridad fundamentales se indican:

- I. De forma general será obligatorio utilizar arneses de seguridad de tipo anti-caídas en los trabajos en cesta exceptuando aquellos, que por su naturaleza imposibiliten dicha práctica (rescates por fachada).
- II. Las operaciones de peldaño se realizarán siempre de forma cautelosa, manteniendo siempre tres apoyos.
- III. Las modificaciones realizadas en tareas de saneamiento de fachadas deberán acompañarse de la pertinente señalización de zona de seguridad para evitar daños por la precipitación de elementos.
- IV. Se seguirán para las operaciones en altura las indicaciones de los *PSOS* pertinentes (en el presente TFG se incluyen normas de seguridad específicas para cuerdas y escalas).



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

V. Si es necesario realizar izamientos, éstos se realizarán en lugares dónde la precipitación de un objeto no afecte a elementos eléctricos, especialmente, aquellos que funcionen a alta tensión. Durante la realización de un izamiento para disminuir el riesgo de traumatismo se atará el objeto izado con combinaciones de nudos *simples* y de tipo *ballestrinque*.

Siniestros de rescate vehicular:

Las normas de seguridad básicas en la atención de siniestros de circulación vial serán:

- I. Detener el vehículo en un lugar de forma que no ocasione un nuevo peligro para la circulación.
- II. Se realizará una valoración del alcance de las circunstancias del accidente: Número de heridos, nivel de obstaculización de la vía, posición y gravedad de los heridos, estado de los vehículos, etc.
- III. Se restablecerá o mantendrá la seguridad y orden en la circulación.
- IV. Se auxiliará y se pondrá a buen recaudo a los heridos de forma cautelosa y buscando posiciones de seguridad en espera de los servicios sanitarios.
- V. Existirá total colaboración con la Autoridad y sus Agentes.
- VI. Se evitará en lo posible la modificación del lugar del accidente a fin de respetar y facilitar la posterior investigación.
- VII. Se permanecerá en el lugar del accidente hasta que sea necesario y se disponga de autorización de la Autoridad o sus Agentes.
- VIII. Se utilizarán las luces de emergencia para señalar el vehículo.
- IX. Se emplearán dispositivos de preseñalización de peligro, uno delante y otro detrás de la zona siniestrada de forma que sean visibles por el resto de conductores a una distancia de al menos cien metros.
- X. Se procederá a retirar el vehículo siniestrado lo antes posible, a poder ser en presencia de la Autoridad o sus Agentes, siempre y cuando no exista imperiosa necesidad por comprometer la situación de este la seguridad de terceros.

Otros siniestros:

Existen multitud de intervenciones no encuadradas dentro de los siniestros de fuego o altura, con sus propias características y particularidades a observar. La gran extensión de las tipologías de siniestro obliga a posponer la



ampliación de recomendaciones de seguridad. La *metodología de organización PSO* incluye la realización de planes de seguridad para cada siniestro (*PSOS*). Teniendo en cuenta que existen más de un centenar de siniestros en las clasificaciones codificadas del *CISEM* resulta imposible abarcar en el presente TFG toda la acción preventiva requerida, pero se muestran las líneas de prevención y practicidad que deben adoptar los *Planes de Seguridad Operativos para Siniestro*.

4.3.1.4 Carga Mental

La profesión de bombero entraña una importante dificultad psicológica y una gran carga mental desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales. Durante el ejercicio de la profesión se viven situaciones de estrés, riesgo de la propia integridad física y, en general, se trata de una profesión en la que existe un fuerte nivel de exigencia operativa y a nivel de preparación física constantes que pueden llevar al trabajador a sufrir trastornos psicológicos de diversa consideración. Son habituales trastornos de ansiedad, estrés postraumático, estrés deportivo, etc.

Por tanto, es necesario contemplar ciertas directrices en el manejo de esta carga mental por parte de los mandos en la organización de los servicios de extinción:

- I. Se establecerá un programa de formación continua a nivel psicológico que incluya metodologías de atención a múltiples víctimas y forme a los bomberos en la gestión de las situaciones de estrés.
- II. Los cuerpos de bomberos contarán con un servicio médico de atención psicológica especializada, que pueda dar cobertura a la totalidad de profesionales con labores de atención directa a siniestro.
- III. Se realizarán reconocimientos médicos psicológicos en aras de diagnosticar precozmente y paliar trastornos de ésta índole. Estos reconocimientos tendrán carácter semestral y podrán ser solicitados de forma extraordinaria por los propios bomberos.

4.3.1.5 Carga Física

El desarrollo de las actividades enmarcadas dentro de la atención al siniestro conlleva un importante esfuerzo físico que determina la existencia de un riesgo de sobreesfuerzo. La preparación física de los integrantes de los



servicios de extinción es esencial para prevenir daños derivados del trabajo físico en siniestro. Es conveniente seguir ciertas normas de prevención:

- I. Cada parque de bomberos contará con un preparador físico, que guiará a los trabajadores para conseguir una buena forma física que puedan mantener en el tiempo adecuándose a su edad y otras circunstancias personales.
- II. Los cuerpos de bomberos contarán con un servicio de rehabilitación y fisioterapia, con el fin de recuperar lo mejor posible el buen estado físico de los trabajadores lesionados.
- III. Anualmente se realizará un chequeo médico a los trabajadores en aras de diagnosticar precozmente cualquier anomalía músculo-esquelética (las más habituales) o de otra índole, para que pueda ser tratada.
- IV. A nivel de formación continua se impartirán cursos de levantamiento de cargas aplicados a la profesión. Con cada promoción se habilitará un período de formación a este respecto, organizando cursos de iniciación y reciclaje.

4.3.1.6 Circulación Vial

La circulación de los vehículos de extinción de incendios por las vías públicas no está exenta del riesgo de accidente de tráfico, de hecho las condiciones de conducción son especiales puesto que el Bombero-conductor se encuentra bajo condiciones de cierto estrés a sabiendas de la importancia de la premura en el desplazamiento hasta el lugar del siniestro. Por tanto, se observan las siguientes indicaciones en materia de seguridad preventiva:

- I. En general, son de aplicación las normas de circulación que son desarrollo del *RD 339/90 de 2 de marzo* por el que se aprueba la *Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial*.
- II. Cuando un vehículo de un servicio de extinción circule en servicio urgente deberá, para ser considerado como Vehículo Prioritario, circular al menos con los rotativos en funcionamiento.
- III. Según la legislación, en servicio urgente tendrá prioridad en cualquier situación. El conductor deberá cerciorarse de no poner en peligro a ningún usuario de la vía en el ejercicio de esta prioridad.
- IV. Se podrán exceder los límites de velocidad. No obstante, esta acción deberá realizarse asegurándose de no poner en peligro a otros usuarios de la vía.



- V. Los ocupantes de los vehículos de un servicio deberán llevar abrochado en todo momento el cinturón de seguridad.
- VI. Los Equipos de Respiración Autónomo (ERA's) deberán ir convenientemente anclados en la cabina.
- VII. Queda terminantemente prohibido desenganchar un ERA cuando el vehículo esté en circulación.
- VIII. Queda prohibido levantarse en el interior de la cabina cuando el vehículo esté en circulación.
- IX. No se introducirán equipos de trabajo en la cabina. Aquellos que estén situados en la propia cabina deberán ocupar su lugar asignados dentro de los cofres o anclados en la estructura interior de la cabina.

4.3.1.7 Control de datos y revisión de PSO

En la implementación de la *metodología PSO* debe tenerse en cuenta la necesidad de revisar los contenidos de la totalidad de *Planes de Seguridad Operativos* y actualizarlos según un seguimiento periódico a nivel de datos y estadísticas.

Con el objetivo de realizar dicho control es conveniente establecer una serie de líneas de actuación y mejoras organizativas en los servicios de bomberos:

- Introducción de un tratamiento informatizado de estadísticas de accidentes laborales: bajas (número y causas), incidentes sin baja, observaciones incluidas en informes emitidos al respecto, etc.
- Implementación de un tratamiento informatizado para el seguimiento de la gestión de las unidades móviles de los servicios de extinción: Salidas realizadas por cada vehículo, tipos de salida, características de sus intervenciones (tiempo de intervención, distancia recorrida hasta el lugar del siniestro, tiempo de llegada al lugar del siniestro, etc)
- Elaboración de partes de intervención detallados y con una orientación práctica por parte de los mandos, de forma que se recojan incidencias destacables, se describa el desarrollo del siniestro, observaciones sobre mejoras a nivel operativo o de prevención, etc.
- Planificación de un período de carácter anual dónde se lleve a cabo una revisión de los *Planes de Seguridad Operativos*, con el objetivo de establecer mejoras en los mismos a través de modificaciones según los



datos recabados durante el año. En definitiva se trataría de utilizar de forma práctica la experiencia adquirida en siniestro.

4.3.1.8 Formación Continua

Para un buen funcionamiento de un servicio de extinción con una clara conciencia preventiva es fundamental establecer un programa de formación continua que permita a los miembros de dicho servicio adquirir los conocimientos necesarios para operar en siniestro de modo eficaz y seguro. Además dentro de los objetivos de la metodología *PSO* está la introducción de labores de mantenimiento preventivo dentro de los cuerpos de bomberos, por lo que, la formación en esta materia es esencial.

En el presente *Trabajo Fin de Grado* se exponen las líneas características de lo que, en opinión del autor, debe ser en esencia un programa de formación continua dentro de un servicio de extinción (Tabla 4.7) Los contenidos deben programarse según la adaptación del *Grado de Peligrosidad* expuesto en la Tabla 4.4, dando más peso en los programas a los contenidos referidos a la prevención de aquellos riesgos con mayor nivel de urgencia de corrección mediante la formación (al ser la actividad en siniestro muy variable la formación es el mejor arma preventiva de un servicio de extinción). Las líneas características mencionadas son:

- Debe incluirse formación continua que ayude a paliar la carga mental inherente al desarrollo de la profesión de bombero (cursos de atención en catástrofes, cursos de psicología...).
- La formación debe incluir con carácter preventivo contenidos que ayuden a controlar las consecuencias de la fuerte carga física que implica el desarrollo de las actividades de la profesión (cursos de prevención para el levantamiento de cargas, cursos de prevención para el manejo de equipos de trabajo manuales...).
- Debe incluirse formación respecto a protocolos de intervención en siniestro de forma que se aplaquen los riesgos de mayor *Grado de Peligrosidad* (ése es uno de los principales objetivos de la constitución del concepto de *Plan de Seguridad Operativo para Siniestro*), así como



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

formación relativa al uso seguro de equipos de trabajo (objetivo de los *Planes de Seguridad Operativos Específicos para Prevención*).

- Deben impartirse cursos de formación continua orientados a enseñar de forma práctica como mantener preventivamente los equipos de trabajo del servicio, de forma que puedan cumplirse los objetivos determinados por los *Planes de Seguridad Operativos Específicos para Mantenimiento*.
- Para completar un buen programa de formación deben realizarse otro tipo de curso tales como cursos de atención médica básica, cursos complementarios teóricos de hidráulica, cursos complementarios teóricos de extinción, etc.



**Tabla 4.7: Tabla orientativa de organización de programa de formación
continua.**

CONCEPTO	CONTENIDO	DETALLES DE ORGANIZACIÓN (PERIODIFICACIÓN)
Cursos de atención en catástrofes con múltiples víctimas	Gestión operativa de la evacuación y atención a múltiples víctimas	En cada promoción o cada dos años como máximo (obligatorio para todos los miembros de nuevo ingreso y para los miembros antiguos que lleven tres años o más sin cursarlo)
	Gestión psicológica para la intervención en grandes catástrofes	
Cursos de gestión psicológica: autocontrol	Gestión y control emocional en siniestro	Carácter anual para todos los miembros del servicio
Cursos de gestión psicológica: estrés	Presentación del concepto de estrés y sus causas	Carácter anual para todos los miembros del servicio
	Gestión y control de estrés	
Cursos de levantamiento de cargas y manipulación de equipos de trabajo manuales	Tratamiento seguro de pesos	Carácter anual y para todos los miembros del servicio que atienden en siniestro.
Cursos de uso de equipos de trabajo	Uso seguro y efectivo de equipos de trabajo	Carácter anual y para todos los miembros del servicio que atienden en siniestro
Cursos de contenido de los PSOS	Aprendizaje/reciclaje de los contenidos actualizados de los PSOS	Carácter anual para todos los miembros del servicio
Cursos de mantenimiento de equipos (PSOEM)	Enseñanza práctica de las tareas de mantenimiento de los equipos de trabajo del cuerpo	Carácter anual para todos los miembros del servicio
Prácticas/Maniobras	Práctica de operaciones en siniestro	Carácter mensual para todos los miembros que atienden en siniestro



4.3.2 Normas de seguridad específicas

Según la *metodología PSO* para elaborar una planificación de la acción preventiva dentro de un *Plan de Seguridad Operativo* vehicular sería necesario estudiar de forma individual las recomendaciones de seguridad que han de facilitarse para todos y cada uno de los equipos de trabajo que están incluidos en el equipamiento de un vehículo. Por la naturaleza académica de este documento y para adecuar su extensión se seleccionarán para establecer directrices de seguridad a criterio del autor aquellos elementos del equipamiento que resultan más representativos dentro del desarrollo de la profesión de bombero.

Asimismo, se establecerán por parte del autor del presente TFG acciones de mantenimiento preventivo, mostrando mayor detenimiento en aquellos elementos del equipamiento más representativos. Dichas acciones no resultan suficientes para elaborar un plan de mantenimiento completo según la *metodología PSO*, que debería incluir con todo lujo de detalles: protocolos de inspección, protocolos de montaje y desmontaje de componentes para su revisión, intervalos de inspección y una planificación en tiempo y forma de todas estas labores dentro de la organización de cada parque de bomberos. Incluso los sistemas del propio vehículo deberían ser incluidos en las revisiones de mantenimiento. Por ello el presente *Trabajo Fin de Grado* se acerca más a un *PSOEP (Plan de Seguridad Operativo Específico de Prevención)* que a un *PSOEM (Plan de Seguridad Operativo Específico de Mantenimiento)*. Se hace notar que se alcanza el objetivo de mostrar el espíritu de *organización PSO* que integra mantenimiento y prevención.

4.3.2.1 Equipos de Respiración Autónomos (ERA)

En atmósferas contaminadas (siniestros de fuego, biológicos, con intervención de productos químicos gaseosos...) es fundamental el uso de equipos de protección respiratoria. Los Equipos de Respiración Autónoma (ERA) son elementos ampliamente usados por los cuerpos de bomberos. Una anomalía en la operación de un ERA puede tener consecuencias fatales para el trabajador e imposibilitar el rescate de víctimas, impedir la extinción de un incendio y puede poner en peligro a otros trabajadores. El número de estas consecuencias es amplio: quemaduras graves en vías respiratorias, asfixia, intoxicación por vías aéreas con múltiples síntomas, pérdida de consciencia y en última instancia fallecimiento del trabajador. Su uso conlleva, en caso de fallos,



riesgos de contacto térmico, traumatismo, caída a nivel, caída a distinto nivel, corte, atrapamiento, contacto eléctrico o exposición directa a atmósfera peligrosa. Por ello los equipos ERA de nueva adquisición deberán cumplir exhaustivamente la *Norma UNE--EN-137:2007* sobre equipos de respiración de circuito abierto.

Comprobaciones previas al uso de un ERA

- I. Se llevará a cabo la verificación de la presión en botella. Para ello se abrirá el *Reductor de presión* (o *Válvula de botella*) (Figura 4.1) y se comprobará que las indicaciones del manómetro principal están dentro de lo admisible [27]. Se admitirán diferencias de un 10 % como máximo respecto al valor esperado. Como ejemplo típico, en una botella de 300 bares una lectura se considerará correcta si es de al menos 270 bar [21].
- II. En las condiciones descritas en el punto I, se llevará a cabo la comprobación de la estanqueidad en la línea de alta presión. Para ello se verificarán los elementos de unión roscados de forma que se encuentren perfectamente ajustados (uniones de los conductos en el regulador, ajuste de la Válvula de exhalación y uniones de los conductos en la máscara y en la botella). Después se cerrarán las válvulas del regulador y de la botella. Para admitir un nivel de estanqueidad correcto la caída de los primeros 10 bares de deberá producir en, al menos, 60 segundos. Cualquier intervalo de tiempo mayor a éste señalará el equipo como inadmisibles para operación y deberá ser enviado a revisión por parte del fabricante o servicio certificado.
- III. Se comprobará el silbato de alarma de baja presión. Para ello se vaciará el circuito y se esperará la indicación de la alarma que deberá producirse en un valor de presión no inferior a un quinto de la presión máxima (en botellas de 300 bares se admitirán valores de 60 bares o superiores).
- IV. Se verificará la hermeticidad de la máscara. Para ello sin presión en el circuito se aspirará hasta producir una depresión que deberá mantenerse hasta que el trabajador expire y el aire se evacue a través de la *Válvula de exhalación* (elemento 2 de la Figura 4.3) En este procedo debe verificarse que no entra aire del exterior en el interior de la máscara y que el contorno de sellado de la misma esté en completo contacto con la piel. Si el trabajador lleva gafas se utilizarán adaptadores de máscara para gafas que posibiliten un total sellado.



- V. Las verificaciones de los puntos I, II y IV se podrán llevar a cabo en ruta sin desenganchar el equipo ERA de los compartimentos habilitados en los asientos del vehículo y la verificación expuesta en el punto III se llevará a cabo al inicio de cada guardia.



Figura 4.1: Partes principales de un ERA de regulación manual.

Directrices generales de uso seguro de equipos ERA

- I. El arnés deberá situarse de forma firme sobre los hombros, ajustado correctamente. Si es necesario se solicitará la ayuda de un compañero para el ajuste. No deben quedar holguras ni que su puesta produzca holguras en el traje de intervención. La espaldadera debe quedar centrada en la espalda del trabajador y situada de forma confortable.
- II. Se adaptará la máscara al casco de intervención o a la cabeza según modelo, mediante los *elementos de acople* (*elemento 4* de la Figura 4.3) solicitando la ayuda de un compañero si es necesario. No debe interponerse pelo entre la piel y el contorno de sellado de la máscara y el mentón debe quedar centrado en el alojamiento ergonómico de la máscara.
- III. El pasamontañas se llevará puesto sin interferir en la máscara ni conducciones del ERA.
- IV. Una vez colocado el equipo, se realizarán las comprobaciones pertinentes si no se han realizado en ruta. Con las comprobaciones ya efectuadas se podrá abrir el reductor de presión para iniciar el uso del equipo. El manómetro remoto, si es de tipo electrónico (*Bodyguard*) deberá encenderse instantáneamente (Figura 4.2) En equipos con



manómetro remoto como tal (analógico) este instrumento deberá comenzar su correcto funcionamiento desde el inicio del paso del flujo de aire por el *Regulador*.

- V. Se regulará el flujo de aire con la *Válvula de línea principal* y se comprobará el funcionamiento de la *Válvula de emergencia* (o *Válvula de bypass*) (Figura 4.4). Para ello deberá verificarse que ambas válvulas abren y cierran correctamente y proporcionan flujo de aire. La comprobación de la existencia de estas condiciones de presión se realizará metiendo dos dedos localmente por debajo del contorno de sellado de la máscara. El trabajador deberá sentir una ligera corriente de aire y poder respirar normalmente.
- VI. En equipos de regulación automática con *Válvula de demanda automática* o *Pulmoautomático* (*elemento 3* de la Figura 4.3) no será necesario efectuar accionamiento manual sobre el Regulador y se establecerá un protocolo estricto de revisión del mismo.
- VII. En este punto deberá comprobarse que la presión del manómetro remoto (o en su caso *Bodyguard*) es correcta, esto es, se corresponde con la del manómetro principal (situado en el Regulador o en la Botella). Para que dichas lecturas tengan una diferencia aceptable, ésta no podrá ser superior a los 700 kPa.
- VIII. Se utilizarán protectores nasales acoplables a la máscara del ERA para evitar empañamientos en la lente (*elemento 1* de la Figura 4.3) y, de forma accesoria, productos antivaho respecto a lo recomendado por el fabricante y suministrados por el Servicio.
- IX. En siniestro se comprobará una vez por minuto, aproximadamente, los valores de presión, temperatura y tiempo que marque el *Bodyguard*. Si alguno de estos valores es anómalo (caída brusca de la presión en botella, temperatura en el interior del traje de más de 45 grados, temperatura del aire en botella menor del requerido para la actuación...) se suspenderá la actividad del trabajador afectado y se le evacuará de forma inmediata. En caso de rescates deberá solventarse la situación con la mayor celeridad posible, pasando a tener mayor responsabilidad los compañeros del trabajador afectado y se tratará de sustituir lo antes posible al trabajador con problemas en el uso de su ERA por otro bombero.
- X. En siniestros en los que sea necesario el uso de equipos ERA se actuará en al menos equipos de tres trabajadores.



- XI. Por norma general, no se compartirá un ERA con otro compañero o víctima, ya que pueden producirse lesiones de gravedad en ambas personas por esta práctica, en los equipos con apertura de segunda vía se llevará a cabo esta práctica en situaciones de imperiosa necesidad y bajo *respiración restringida*.



Figura 4.2: Manómetro remoto electrónico o Bodyguard.



Figura 4.3: Máscara de Equipo de Respiración Autónomo.



Figura 4.4: Regulador manual de ERA.

Directrices de seguridad para la colocación de equipos ERA

- I. Deberán efectuarse de forma obligatoria las verificaciones descritas.
- II. Se recomienda montar los ERA en el respaldo de los asientos del vehículo, para ganar tiempo en intervención y facilitar la puesta del equipo en ruta desde la posición de sentado. La puesta se realizará por el método de *chaquetón*.
- III. Al colocarse un equipo ERA en ruta queda terminantemente prohibido liberar el reposacabezas que permite extraer el equipo así como levantarse o viajar en ruta con un ERA sin alojar en su hueco de montaje.
- IV. Al llegar a siniestro se accionará el pulsador del asiento del vehículo para liberar el equipo.
- V. A la hora de abandonar el vehículo se saldrá del mismo en orden y extremando las precauciones para no enganchar ningún elemento del ERA ni golpear a ningún compañero con el cilindro.

Directrices de seguridad para la retirada de equipos ERA

- I. Se debe estar seguro de la no necesidad del equipo, por haber abandonado la zona contaminada.
- II. Debe detenerse el flujo de aire de la Válvula de demanda.
- III. Se desconectará el conducto de baja presión del regulador.
- IV. Se retirarán la máscara y el conjunto de la espaldera.
- V. Se liberará lentamente la presión del regulador.



- VI. Se limpiará la máscara con un paño suave humedecido en solución de agua y detergente neutro.

Inspección preventiva de equipos ERA

- I. Es obligatorio realizar las *Comprobaciones previas al uso de un ERA*.
- II. Diariamente, al inicio de cada guardia, se comprobará el llenado de los cilindros, el funcionamiento de los manómetros (que deberán arrojar valores lógicos según el tipo de ERA y con una diferencia de lectura entre manómetros de 700 kPa como máximo) , el funcionamiento de la alarma de baja presión, el correcto ajuste de todas las conexiones, que la máscara esté limpia y libre de daños, que la espaldera y los tirantes estén íntegros para su correcta operación y el funcionamiento correcto de todas las válvulas del equipo.
- III. Mensualmente se llevará a cabo una revisión pormenorizada de todos los componentes del ERA según las indicaciones del fabricante, incluyendo desmontaje y limpieza de todos los elementos necesarios.
- IV. La importancia vital del ERA obliga a la realización de estas operaciones al inicio de cada guardia y a su complementación con las verificaciones previas al uso. Es importante buscar la redundancia en las inspecciones básicas del ERA. Por tanto, es positivo el hecho de repetir acciones de comprobación en las inspecciones diarias y previas a siniestro por los propios trabajadores, así como tener claros los posibles problemas más comunes del equipo y sus soluciones (Tabla 4.8)

Protocolo de autoprotección para un trabajador en el uso de equipos ERA

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- I. Se valorará continuamente el estado físico y anímico. Es recomendable mantener la calma y descansar brevemente si es necesario durante la intervención.
- II. No subestimar la capacidad y necesidad de la protección de un ERA. Cuando se esté abandonando una zona contaminada (humo) la mejora de la visibilidad no significa una descontaminación de la atmósfera. Deberá valorarse cuidadosamente este aspecto.



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

- III. Es fundamental la hidratación de los trabajadores antes y después del uso de equipos ERA especialmente en siniestros de fuego.
- IV. Ante un fallo en el equipo mantenerse tranquilo para no agitar la respiración, comunicarlo inmediatamente a los compañeros y al mando en intervención, asegurarse de que la alarma Ally está conectada y evacuar lo más pronto posible.
- V. Si el trabajador se siente exhausto en el desarrollo de un siniestro (especialmente en fuegos en interior) deberá sentarse al lado de un muro y practicar una *respiración restringida* (inhalar, sostener aire todo lo posible y exhalar lentamente).

Tabla 4.8: Acciones frente a causas de inseguridad y fallos en operación.

CAUSAS DE INSEGURIDAD/FALLO EN OPEACIÓN	ACCIONES PREVENTIVA/CORRECTIVA
Leve exceso/falta de flujo de aire en máscara	Regulación de la Válvula de línea principal
Aumento excesivo de flujo de aire /afectación por acción externa sobre del regulador	Cierre de la Válvula de línea principal y regulación de la Válvula de bypass
Empañamiento de la lente de la máscara	Uso de protector nasal
	Uso de producto antimoho
	Limpiar lente
Salta alarma de baja presión	Comprobar llenado del cilindro
	Abandonar atmósfera peligrosa
	Efectuar <i>respiración restringida</i>
Salta el sensor de temperatura del <i>Bodyguard</i>	Evitar focos térmicos
	Evaluar estado físico para continuar
	Hidratarse
Tiempo de aire reducido	Sustituir cilindros
	Abandonar atmósfera peligrosa
	Valorar tiempo de evacuación para continuar
Fugas en el equipo	Abandonar atmósfera peligrosa
	Efectuar <i>respiración restringida</i>
	Comprobar estanqueidad, válvulas y elementos roscados
Diferencias inaceptables en siniestro entre las lecturas de los manómetros principal y remoto	Atender a la lectura más restrictiva
	Revisar manómetros

4.3.2.2 Mangajes

El papel de los mangajes o mangueras anti-incendio es básico en la intervención en siniestros con fuego, por ello es de suma importancia la buena conservación de estos equipos (Figura 4.5) Para ello se debe poner especial cuidado en el almacenamiento, manipulación y modo de uso de los mismos. Los mangajes deben cumplir la *Norma UNE-EN-23400:1998*. Son elementos cuya protección en siniestro es difícil puesto que están muy expuestos a daño producido en ambientes incendiados. Las causas que generan estos daños son variadas: golpes, aplastamientos, contacto térmico, daño orgánico, daño químico (productos corrosivos, gases de combustión...), etc. Las consecuencias inherentes a estas causas son daños en forma de rasgaduras, abrasiones, agrietamientos en foros interiores, resecamiento, zonas derretidas, presencia de moho (que descompone los materiales del mangaje), etc.



Figura 4.5: Mangajes situados en la armariada del vehículo.

Directrices de seguridad para el uso y mantenimiento de mangajes

- I. Se evitará desplegar un mangaje sobre elementos arquitectónicos afilados.
- II. Se llevará a cabo una apertura y cierre lento de las válvulas del sistema de bombeo para evitar fenómenos relativos al golpe de ariete.
- III. Se evitará el contacto directo con focos de incendio especialmente durante la fase de desplegado, es decir, cuando los mangajes de encuentran secos.
- IV. Se dará un uso continuado a los mangajes sin almacenarlos por periodos superiores a un mes, con el fin de evitar resecamientos o agrietamientos.



- V. Se evitará el contacto directo de los mangajes con el tubo o gases de escape del vehículo autobomba.
- VI. Se hará uso de lavadoras comerciales de mangajes usando agua carbonatada como agente limpiador.
- VII. El secado de las mangueras se realizará al aire libre, sin una exposición directa a luz solar y bajo las recomendaciones del fabricante.
- VIII. El almacenamiento de los mangajes se realizará después del proceso de lavado y secado en una estancia bien ventilada y cercana a la cochera. Se prestará especial atención al proceso de plegado previo al almacenaje de estos equipos, procedimiento que estará normalizado dentro del cuerpo. Se recomienda el uso de estanterías para mangajes y su clasificación según diámetros en el almacén.
- IX. Se utilizarán puentes para mangajes en aquellos siniestros en los que sea imprescindible un paso continuado sobre las líneas de abastecimiento.
- X. El trabajador que ajuste un elemento de unión o una abrazadera por necesidad imperiosa en servicio, nunca se situará por encima de dicho elemento en su manipulación y guardará especial cuidado en no acercar partes vitales al mismo (especialmente para evitar lesiones en cuello y cabeza)
- XI. En caso de fuga en operación se interrumpirá el abastecimiento de agente extintor en la línea afectada y se sustituirá prioritariamente el tramo dañado. De no ser posible, por motivos de tiempo o disponibilidad de material, se utilizarán tapafugas para solventar estos incidentes previa parada del sistema de bombeo.
- XII. Se utilizarán dispositivos de protección para apoyos puntuales de los mangajes. Así como, cuerdas y cadenas de transporte para mover, cuando sea estrictamente necesario, mangajes presurizados.

4.3.2.3 Herramientas de descarceración vehicular

El uso de herramientas hidráulicas para rescate vehicular salva gran número de vidas en todo el mundo diariamente. Es primordial en la actual labor de los cuerpos de bomberos atender el problema social que constituyen los accidentes de tráfico, y es vital establecer protocolos de descarceración y de uso de las herramientas necesarias dado el grave peligro en el que se encuentra una persona atrapada y conocidos accidentes ocurridos a bomberos en este tipo de



actuaciones por el uso inadecuado de las herramientas de descarcelación hidráulicas.

En todo caso este tipo de herramientas deberán cumplir la normativa vigente. Este requisito debe ser minuciosamente observado por los responsables encargados de solicitar y autorizar su adquisición.

Directrices para uso seguro de herramientas de descarcelación

- I. Previa utilización de las herramientas hidráulicas de descarcelación se realizará una evaluación del lugar y características del accidente, llevando a cabo la pertinente señalización.
- II. Se procederá a estabilizar el vehículo. Queda prohibida la comprobación manual de estabilización del vehículo. Ésta se llevará a cabo calzando todas las ruedas del vehículo siniestrado en ambos sentidos de la marcha. Se utilizarán como calzas cojines de aire, apuntalamientos, cuñas especiales, etc. Si es posible, se colocará el cambio del vehículo en la posición neutra o de “punto muerto” y se accionará el sistema de frenado de estacionamiento. Estas acciones son completamente auxiliares. La estabilización horizontal deberá garantizarse con el bloqueo de todas las ruedas del vehículo. La estabilización vertical se realizará con cojines neumáticos, gatos y/o apuntalamientos. De forma accesoria podrán utilizarse cuerdas, cables o cadenas para estabilizar el vehículo horizontal o verticalmente.
- III. Mientras se lleva a cabo la estabilización un bombero desconectará la batería del vehículo. Si el motor funciona se apagará de inmediato con antelación a esta acción.
- IV. Se prestará especial atención a una posible activación accidental de airbags que suponen un peligro para rescatadores y rescatados. Si es posible y se conoce el método de desconexión de estos sistemas en el vehículo siniestrado se procederá a realizarla. Los cursos relativos al PSOS para rescates vehiculares incluirán contenidos que posibiliten un conocimiento general de la desconexión de estos sistemas en una amplia gama de vehículos.
- V. Se aplicará spray adhesivo a las partes acristaladas del vehículo, si ha de romperse un cristal se hará con el máximo cuidado con un golpe seco en una esquina inferior y evitando dañar a los ocupantes. Es absolutamente



obligatorio aplicar spray adhesivo antes de proceder a la rotura de un cristal.

- VI. En el uso de herramientas hidráulicas de descarceración, se tomará la precaución de no acercar ningún miembro del rescatador o de la víctima a la tenaza del equipo. Deberá preverse el desplazamiento de la tenaza y de las partes cortadas o deformadas de la estructura por el rescatador, de forma que no se dañe a las víctimas.
- VII. Se formará a los bomberos respecto a contenido técnico de excarceración, incluyendo las tipologías estructurales de chasis más comunes y sobre los procedimientos de acceso en cada estructura. El mando en siniestro supervisará la labor de descarceración y adecuará dichos conocimientos y los protocolos pertinentes PSOS a la situación concreta del siniestro.
- VIII. Será imprescindible la realización de un curso de uso concreto de herramientas hidráulicas cuando éstas sean renovadas.

Directrices de rescate vehicular

Las labores de excarceración son complejas y dependen de cada siniestro particular. La posición del vehículo y el estado del mismo son muy variables de un suceso a otro por lo que en la mayoría de los casos hay que realizar una tarea de adecuación entre conocimientos teóricos y práctica. No obstante el conocimiento de las diferentes técnicas de descarceración y tipologías estructurales vehiculares lleva a los miembros de los servicios de extinción a poseer un criterio completo que aumenta exponencialmente las garantías de éxito en una intervención de estas características. Rigen las siguientes directrices para descarceración:

- I. La primera acción a evaluar será la retirada de las puertas del vehículo. Si se tiene acceso habitual a éstas se abrirán. Si por el contrario el acceso es algo más complejo, éstas se forzarán, se retirará una ventanilla o se retirará una porción de chapa con una sierra para metal con el objetivo de desactivar el seguro o abrir de forma segura la puerta del vehículo. En casos de mayor daño estructural cuando no pueda llevarse a cabo una apertura de forma más directa, se procederá a utilizar un separador en el intersticio capó-zona lateral del chasis separando el capó del vehículo. Posteriormente se aplastará el perfil del chasis a la altura del retrovisor y



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

- se procederá a atacar la separación de la puerta por el hueco creado. La puerta se retirará entre, al menos, dos bomberos con sumo cuidado.
- II. La segunda opción para la retirada de una puerta, en caso de que la parte frontal sea completamente impracticable, será introducir el separador por el intersticio cercano al agarrador de la puerta. Esta acción puede llevar a un plegado hacia el interior de la zona central de la chapa que compone la puerta, por lo que se extremarán precauciones en este sentido, realizando al separación de forma progresiva, alternando el uso de una cizalla si fuera necesario y solicitando la ayuda de otros miembros del servicio para asegurar que ningún elemento estructural caiga sobre los ocupantes.
 - III. La segunda opción prioritaria en excarcelación será la retirada de un lateral completo del vehículo. Para ello se utilizará una cizalla hidráulica de “pico de loro” en el contorno de las puertas delantera y trasera. Esta acción conlleva la retirada de un elemento estructural mayor y más complejo por lo que se realizará exclusivamente en aquellos casos en los que urja un rescate inminente. Esta operación, también denominada, creación de tercera puerta debe ejecutarse con gran cautela pues puede desprenderse una de las puertas al retirar el bloque que contiene ambas.
 - IV. En aquellos siniestros dónde los daños estructurales sean verdaderamente severos, conviene retirar el techo del vehículo. Esta retirada puede ser total, parcial, con doblez hacia delante o con doblez hacia atrás del techo. Regirá el criterio del mando sobre este punto. Los dobleces se efectuarán prioritariamente retirando los cristales del vehículo y los cortes principales se realizarán en los postes de la estructura.
 - V. Si un punto de apoyo de la herramienta de descarcelación vehicular comienza a romperse, se cambiará de punto de apoyo inmediatamente.
 - VI. Deben apoyarse las herramientas hidráulicas en partes firmes de la estructura vehicular.
 - VII. Se sujetarán los elementos en el proceso de corte y antes de que éste finalice para evitar proyecciones sobre el habitáculo.
 - VIII. Se utilizarán cilindros de elevación para soportar partes cortadas pesadas o como elemento auxiliar para el plegado del techo.
 - IX. En vehículos pesados, se contempla la posibilidad de trabajar sobre una plataforma o cesta de salvamento que puede ser usada, además, para evacuar a las víctimas.



Mantenimiento de herramientas hidráulicas de descarceración

El mantenimiento de equipos hidráulicos de rescate vehicular es una tarea de responsabilidad que deberá ser planificada en tiempo y forma de manera exhaustiva, estableciendo periodos de formación y protocolos prácticos. En el presente TFG se proponen por parte del autor algunas operaciones de mantenimiento (Tabla 4.9) que llevarían a unas garantías de buen funcionamiento de los equipos. No se describen protocolos pormenorizados de desmontaje, lubricación y pruebas de presión, que deberán realizarse según recomendaciones de fabricante, por exceder este contenido el alcance a nivel de detalle de los objetivos y extensión del presente documento.

Tabla 4.9: Acciones de mantenimiento preventivo en equipos de excarceración.

CAUSAS DE INSEGURIDAD/ FALLOS EN OPERACIÓN	ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PERIODO DE ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
La herramienta no ejerce suficiente fuerza sobre la chapa	Prueba de presión de trabajo en la herramienta	2 meses
	Prueba de presión de la unidad de potencia	
Funcionamiento intermitente o inestable de la herramienta	Comprobación de las revoluciones del motor de la unidad de potencia	1 mes
	Calibración de válvulas del sistema	
	Limpieza y engrase de la unidad de potencia	
Existencia de fugas	Revisión y sustitución según fabricante de juntas de sellado del sistema	Después de cada uso
Chirridos o crujidos en la herramienta	Limpieza y engrase de la herramienta	1 mes
Holgura o desajuste entre componentes	Revisión y ajuste de todos los puntos de apriete de la herramienta	2 meses
Suciedad en el sistema (incrustaciones, lubricantes...)	Limpieza del sistema (secado, limpieza de incrustaciones y de fluidos, etc)	Después de cada uso



4.3.2.4 Escalas

Las escalas son elementos de suma importancia en la atención de siniestros de fuego y rescates. Posibilitan el acceso a puntos elevados en situaciones dónde no procede utilizar un *Vehículo de altura*, pasar de un piso a otro por fachada, etc. Su estado debe ser óptimo por el peligro que puede suponer un accidente con este tipo de elementos. Cumplirán la *Norma UNE-EN-1147:2011*. Su uso seguirá una serie de recomendaciones de seguridad, propuestas por el autor, que serán ampliadas en contenido y extensión, como todas las directrices presentadas en éste documento, en los PSO correspondientes:

- I. Con el fin de evitar que las escalas posean partes resbaladizas se preservarán en todo caso del contacto con productos líquidos. En caso de mojarse con agua o impregnarse con algún tipo de lubricante se limpiarán concienzudamente con agua jabonosa, llevando a cabo un secado exhaustivo peldaño a peldaño y a lo largo de toda la longitud de los largueros.
- II. No se expondrán las escalas a los gases de escape de vehículos ni a otros agentes deteriorantes. Queda prohibido por tanto el almacenamiento de los mismos en cocheras o a la intemperie.
- III. Se pintarán de un color llamativo los extremos de las escalas (cabeza y pie) en una longitud de 30 cm en ambas zonas, por motivos de mejora de visualización en siniestro. La pintura se aplicará sobre los largueros. Queda prohibido pintar los peldaños o cualquier zona de las escalas fuera del rango indicado.
- IV. Se instalarán indicadores de exposición a calor de tipo *etiqueta* a lo largo de la escala. Servirán también como indicación de deterioro por temperatura y químicos los cambios de color en la estructura, las incrustaciones de hollín, la existencia de gases ocluidos en la pintura de los extremos de la escala o la presencia de partes oxidadas.
- V. Cualquier escala con cualquiera de los signos de deterioro mencionados en el punto IV o con otros de mayor gravedad será retirada del servicio, revisada por un servicio técnico certificado y, en caso de no poder ser reparada con garantías, sustituida por otra unidad nueva.



Inspección preventiva de escalas

Con carácter mensual o bajo petición de un mando tras siniestro se llevarán a cabo inspecciones de las escalas en servicio. Regirán las siguientes recomendaciones de seguridad:

- I. Se comprobará el color de los indicadores tipo etiqueta y la existencia de signos visuales de deterioro.
- II. Se comprobará que no exista desajuste en ningún peldaño.
- III. Los pernos y remaches deben estar presentes y ajustados completamente.
- IV. Las soldaduras no deben presentar grietas ni deterioro bajo inspección visual (se contempla la posibilidad de programar ensayos no destructivos por ultrasonidos por parte de personal certificado).
- V. Se comprobará la integridad estructural de la escala no siendo admisibles deformaciones o disminuciones de espesores por desgaste.
- VI. En las escalas de ganchos se prestará especial atención a la revisión de los mismos.
- VII. En las escalas de extensión los seguros de sujeción deben funcionar de forma adecuada. Las poleas y guías no deben presentar ningún desperfecto y los cables deben mostrarse tensos.
- VIII. Cualquier escala que presente suciedad o deterioro deberá ser limpiada o en su caso enviada a revisión o ser sustituida.
- IX. Respecto al peldaño y colocación de escalas deben observarse las siguientes normas de prevención:
 - Se debe mantener una posición erguida al ascender/descender por una escala.
 - Se deberán mantener tres apoyos como mínimo.
 - Las manos del bombero siempre estarán en contacto con el peldaño/s que se encuentre/n a la altura de los hombros nunca sobre los peldaños superiores ni inferiores.
 - Las escalas se colocarán formando un ángulo de 75 grados con el plano del suelo.
 - En todo caso se evitará el contacto con elementos eléctricos. En siniestros con clara naturaleza eléctrica queda prohibido el uso de escalas metálicas.



- La escala deberá sobrepasar en cinco peldaños el punto a alcanzar siempre que sea posible. En caso de apoyo en ventanas en busca de accesos laterales la cabeza de la escala se situará a la altura del dintel. Para accesos frontales se situará a la altura del alféizar.
- Tanto la cabeza como el pie de la escala se apoyarán en zonas firmes.

Transporte seguro de escalas

Lejos de resultar anecdóticos el transporte y levantamiento de escalas es una fuente común de traumatismos, electrocuciones, caídas a nivel y caídas a distinto nivel. Es necesario clarificar y normar sobre estos puntos de actuación. El autor propone las siguientes normas de prevención:

- I. Un bombero podrá transportar solo una escala cuando esta sea menor de ocho metros y la apoye sobre su hombro en la parte media del larguero superior, introduciendo un brazo entre dos peldaños.
- II. En escalas de más de ocho metros queda prohibido el transporte por un solo trabajador y serán dos personas, situadas en los extremos de la escala las que transportarán la misma con el método de apoyo sobre hombro.
- III. Como método general, excepto cuando no haya personal suficiente en siniestro (entonces se atenderá a lo dicho den II.) las escalas de más de ocho metros se transportarán por tres bomberos, apoyando los largueros de la escala sobre sus hombros manteniendo el plano de la escala paralelo al suelo. Un bombero se situará en la cabeza de la escala, otro en el pie, y el tercero en la parte media de la misma y al otro lado del eje longitudinal.
- IV. Antes de realizar un levantamiento se observará con extremo cuidado si existen elementos a evitar en las inmediaciones. En todo caso, una escala no se acercará a más de tres metros de los mismos, siempre que sea posible.
- V. El levantamiento se realizará por un bombero en escalas de menos de ocho metros y por dos o tres en escalas de más de ocho metros, mediante apoyo frontal a dos largueros o lateral a un larguero. Esta maniobra se efectuará de modo progresivo, poniendo especial atención en los casos en los que el modelo de escala incluya elementos puntiagudos de apoyo.



- VI. En el transporte de escalas de ganchos los mismos se situarán siempre y sin excepción delante del trabajador/es de forma que sean visibles.
- VII. En los PSOEM correspondientes se detallarán los métodos citados de transporte y levantamiento de escalas así como los de elevación, apoyo y fijado.

4.3.2.5 Herramientas manuales

En el desarrollo de la profesión de bombero se utiliza gran cantidad de herramientas de uso manual (que deben cumplir las normativas vigentes) que requieren de la fuerza, destreza y formación del trabajador para su uso correcto. El número de equipos utilizado es elevado: picos, hachas, palas, mazas, rastrillos, martillos, llaves, atornilladores, azadones, cizallas, bicheros de demolición, etc. La existencia de directrices de seguridad preventivas en el uso de estos equipos es importante para mitigar los riesgos de sobreesfuerzo o traumatismo:

- I. En las herramientas que requieran percusiones para su uso se agarrará la herramienta por la zona del mango más alejada de su punto de acción, con el fin de ejercer de forma más efectiva y segura el esfuerzo.
- II. En el uso de herramientas de corte, se pondrá especial atención en guiar la trayectoria del equipo evitando en todo momento la interposición de partes del cuerpo o elementos indeseables (cables eléctricos). El agarre sobre el elemento será firme y en un punto suficientemente alejado de la herramienta. En caso de trabajar con un elemento pesado se solicitará la ayuda de otro bombero para asegurar un agarre que no comprometa la seguridad de ningún trabajador.
- III. En el uso de palas sobre el terreno se procurará pisar la cabeza de la pala para evitar lesiones por sobreesfuerzo en el eje mano-brazo al introducirla en el terreno.
- IV. En las labores de desescombro/demolición se atacarán zonas deterioradas, buscando no apoyarse en elementos arquitectónicos dañados.
- V. Se impartirán cursos de formación en cuanto al uso de herramientas y cargas que prevengan lesiones por mal uso de los equipos.
- VI. Todas las herramientas deberán ajustarse a sus normas específicas y mostrar suficiente carácter ergonómico en base a dichas normas.



- VII. Cualquier herramienta deteriorada (con disminuciones en el mango, deterioro o desajustes en los elementos de acción, etc.) será sustituida por otro equipo.

4.3.2.6 Extintores portátiles para incendios

Son elementos clave en la protección preventiva antiincendios y básicos para llevar a cabo una autoprotección efectiva en cualquier tipo de edificación. Consiguen sofocar un foco de incendio incipiente en menos tiempo del necesario para desplegar una manguera.

Directrices de seguridad para el uso de extintores portátiles

El uso de extintores portátiles, que deberán respetar las normativas vigentes, se hará según el tipo de agente extintor y según la naturaleza del fuego a extinguir: con combustibles sólidos o de *tipo A*, líquidos o de *tipo B*, gases o líquidos presurizados (*tipo C*) o metales químicamente activos (*tipo D*) (Tabla 4.10). El autor propone además otras directrices de seguridad.

Tabla 4.10: Tabla de uso general de extintores según tipología.

TIPO DE EXTINTOR	AGENTE EXTINTOR	CLASE DE INCENDIO
Agua tipo bomba	Agua	A
Agua presurizado	Agua	A
Espuma formadora de película acuosa (AFFF)	Espuma	A, B
Halón 1211	Halón	B, C
Halón 1301	Halón	B, C
Dióxido de carbono	Dióxido de carbono	B, C
Polvo químico seco	Bicarbonato de sodio, Bicarbonato de potasio, Fosfato amónico, Cloruro de potasio...	A, B, C
Polvo seco específico para metales combustibles	Varios según metal	D



- I. Por respeto medioambiental, se evitará el uso de extintores de Halón en favor del uso de extintores de polvo químico polivalente dado su versatilidad.
- II. En caso de uso absolutamente excepcional de extintores de Halón se tendrá en cuenta que este agente se descompone en otros de tipo tóxico por lo que se evitará la exposición a este agente extintor sin portar equipos de protección respiratorios y deberá tenerse en cuenta este hecho de cara a no afectar a las víctimas del siniestro.
- III. Para calificar un extintor como operativo, tanto en comprobación en siniestro como en tareas de inspección de mantenimiento preventivo, deberá:
 - Mostrar integridad física de la carcasa.
 - No presentar daños en la boquilla ni fugas en la manguera.
 - Mostrar una masa acorde con sus especificaciones.
 - Mostrar una indicación de presión en manómetro en rango de funcionamiento.

4.3.2.7 Sistemas de bombeo

El uso seguro y el mantenimiento preventivo en los sistemas de bombeo de extinción de incendios es fundamental para que los servicios de extinción cumplan su cometido, especialmente teniendo en cuenta el carácter esencial que tienen estos equipos en siniestros de fuego. En el presente apartado se ofrecen indicaciones generales encaminadas a determinar un uso seguro de los sistemas de bombeo vehiculares y se proporcionan algunas directrices en cuanto al mantenimiento preventivo de estos. Es esencial formar a los bomberos-conductores de forma continua sobre los paneles de mando de sus vehículos (Figura 4.6) especialmente cuando alguno sea de reciente adquisición por el servicio.

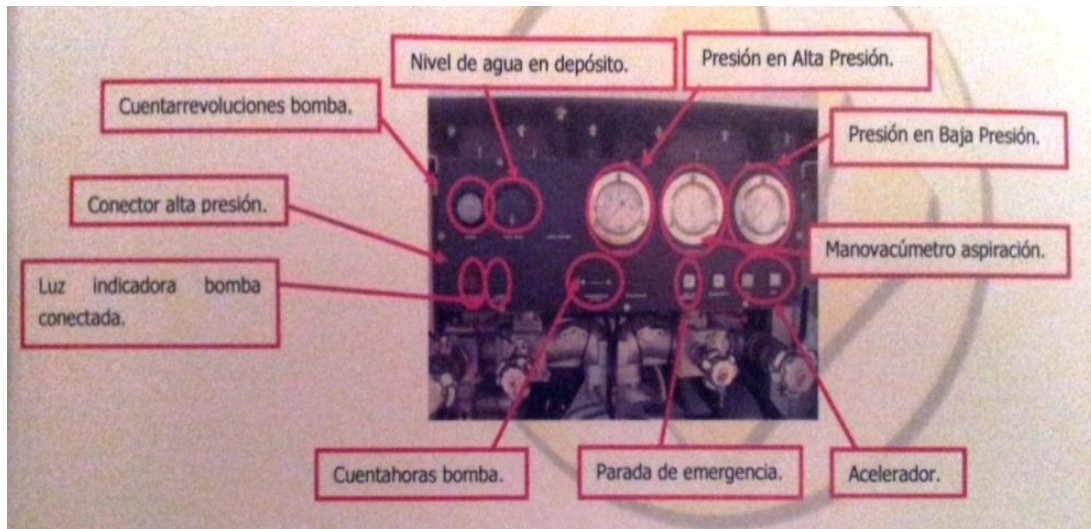


Figura 4.6: Indicadores de panel de control del sistema de bombeo. [26]

Directrices de seguridad para la puesta en marcha en impulsión del sistema de bombeo

El autor propone como modelo el siguiente procedimiento:

- I. La palanca de cambios se llevará a la posición de punto muerto. En caso de existir cambio automático se llevará dicho sistema a la posición neutra ("N").
- II. Se cerrarán todas las válvulas de aspiración.
- III. Se quitarán los acoplamientos de obturación de todas las salidas de presión.
- IV. El régimen de giro será en este punto, como es lógico, el de "ralentí", en torno a 1000 rpm [26].
- V. Se pulsará el mando de conexión de la toma de fuerza.
- VI. Se elevará **de forma gradual** el régimen de giro de la bomba hasta las revoluciones adecuadas para conseguir la presión requerida.



Figura 4.7: Vista de salidas de impulsión del vehículo.

Directrices de seguridad para la parada del sistema de bombeo

- I. Se bajarán las revoluciones del sistema de bombeo hasta el ralenti, evitando bajadas bruscas en el régimen de giro.
- II. Se accionará el pulsador de parada de toma de fuerza.
- III. Se procederá a la apertura, una vez apagado el sistema, de todas las válvulas de impulsión y aspiración, con el fin de evacuar el agua sobrante de los conductos (Figuras 4.7 y 4.8).
- IV. Una vez realizado el desagüe de los conductos se procederá a cerrar todas las válvulas del sistema comprobando que su cierre sea total.
- V. El mando de parada de emergencia se empleará de forma absolutamente excepcional, debido al riesgo de alcanzar condiciones de golpe de ariete.

Directrices para la operación de sistemas de bombeo vehiculares

- I. Antes de arrancar el vehículo/sistema de bombeo el bombero-conductor deberá asegurarse de que no existan personas en las inmediaciones del vehículo con especial atención a las partes trasera y delantera del vehículo.
- II. El sistema de frenado de estacionamiento debe estar conectado.
- III. La maniobra de marcha-atrás sólo se permitirá con un ayudante de maniobra.
- IV. Una autobomba no debe operar en lugares cerrados, de forma que pueda existir un riesgo de creación de atmósfera peligrosa.



- V. Para la proyección de espuma con sistemas externos siempre se utilizarán líneas compatibles con los proporcionadores (líneas de 45 mm para los proporcionadores de tipo Z2 y Z4 y líneas de 75 mm para los proporcionadores de tipo Z8. En todos los casos se utilizarán tubos de succión de 25 mm).
- VI. Para evitar la cavitación y sus consecuencias (formación de microsoldaduras en partes móviles, deterioro superficial en los álabes por acción de *microjets*, etc.) se prestará especial atención a la medición del manovacuómetro de forma que indique en la fase estacionaria de operación un mínimo positivo de presión de 1 bar.
- VII. En la operación general de la bomba se podrá identificar condiciones de cavitación cuando exista un movimiento inestable del indicador de presión y dicha presión no suba al aumentar las revoluciones de la bomba. Este hecho suele ir acompañado de la indicación de presiones negativas o positivas cercanas a cero en el manovacuómetro. Para controlar una situación de cavitación se bajará de forma progresiva el régimen de giro de la bomba hasta que exista una estabilización en el indicador de presión y el manovacuómetro indique una presión positiva de al menos 1 bar.

Directrices de seguridad para el llenado del depósito por aspiración

Se realizará el siguiente procedimiento general, teniendo en cuenta que para un llenado por aspiración no se utilizarán presiones de bomba superiores a 4 bar:

- I. Se cerrarán las válvulas de impulsión.
- II. Se desmontará el acoplamiento de obturación en la entrada de aspiración.
- III. Se conectarán los mangajes y se accionará el sistema de bombeo.
- IV. Se abrirá el conducto depósito-bomba tomando la precaución de abrirlo totalmente.
- V. Al inicio del proceso de succión se observarán presiones negativas en el manovacuómetro. Una vez que el sistema opere en estacionario deberá observarse como medida de seguridad situar el funcionamiento de la bomba a un régimen de giro tal que dicho instrumento marque, por seguridad frente a cavitación una presión de 1 bar.



Figura 4.8: Vista de la entrada de aspiración.

Directrices de seguridad para el llenado desde boca de incendios

El procedimiento será análogo al de llenado por aspiración teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

- I. Para procurar una correcta alineación del depósito respecto a la horizontal se activará, siempre que exista el sistema de nivelación automática del vehículo. En todo caso, se procurará llevar a cabo el llenado desde boca de incendios sobre planos posicionados lo más horizontalmente posible.
- II. Se prestará especial atención a las indicaciones del mando respecto a las longitudes de las líneas de aspiración, que deberán ser suficientes para garantizar la no existencia de cavitación y el correcto llenado del depósito.

Directrices generales de mantenimiento e inspección del sistema de bombeo

La planificación del mantenimiento y uso eficiente y seguro de sistemas de bombeo vehiculares es un tema complejo. Su alcance excede el presente TFG y a la hora de realizarlo dentro de un servicio de extinción debe ser llevado a cabo de forma concienzuda siguiendo las especificaciones del fabricante y realizando estudios técnicos de los sistemas de bombeo. Siguiendo el espíritu de la *metodología PSO* se deberían realizar estos estudios por parte de los mandos



de los servicios de extinción de manera exhaustiva acorde a los tipos de instalaciones que puedan montarse en siniestro y a los diferentes modelos de sistemas de bombeo que el cuerpo tenga a su disposición.

De esta forma, deberían establecerse directrices claras dirigidas a los bomberos-conductores que indicasen valores concretos de presión, regímenes de giro, etc; acorde a los caudales requeridos en cada tipo de siniestro de fuego y según los tipos de instalación (y los caudales que son requeridos para una extinción completa según el tipo y magnitud de fuego). Además, los valores de presión siempre podrían ser ajustados por los mandos presentes en el siniestro y por los miembros del servicio encargados del trabajo en *punta de lanza*.

Por otra parte, en opinión del autor del presente TFG, se deben establecer protocolos de realización de las tareas de mantenimiento (Tabla 4.11) para que estas se lleven a cabo correctamente, y por tanto establecer los consiguientes periodos y cursos formativos para integrar todo lo posible las labores de mantenimiento preventivo dentro de los servicios de extinción.

- I. Respecto al desaireado del sistema de bombeo se puede decir que es una tarea que actualmente se lleva a cabo de forma automática. Los modelos de *Autobombas* adquiridos en los últimos años (caso del vehículo que centra el presente documento) incorporan sistemas como el denominado *Trokomat* que a través de una bomba de émbolo y de forma automática desairean el sistema, posibilitando, de forma conjunta un purgado y un cebado del sistema en la fase de puesta en marcha en su operación. En aquellos sistemas de bombeo que necesiten acciones adicionales de purga recomendadas por el fabricante, se establecerán los protocolos necesarios para su realización.
- II. Conviene realizar determinadas tareas que posibiliten un deslizamiento suave entre elementos móviles, que redunde en un mejor funcionamiento del sistema y en una mayor vida del mismo. En esta línea se enmarcan las tareas de lubricación del sistema de bombeo (Tabla 4.11) Asimismo es necesario clarificar ciertas actuaciones concretas que deben llevarse a cabo ante causas de inseguridad o fallo en operación comunes en los sistemas de bombeo (Tabla 4.12)



***Tabla 4.11: Tabla de acciones de mantenimiento preventivo en cuanto a
lubricación [26].***

ACCION	INTERVALO DE TIEMPO	TIPO DE LUBRICANTE
Engrasar mandos y acoplamientos de obturación	Cada 20 horas de funcionamiento según <i>cuentahoras</i> de bomba	Grasa NBU-12K
Engrase bomba: comprobación nivel de aceite	Cada 10 horas	Aceite SAE-10
Engrase bomba: cambio de aceite	Cada 50 horas	Aceite SAE-10
Engrase sistema neumático	Cada 10 horas	Aceite SAE-10
Engrase transmisión	Cada 20 horas	Grasa NBU-12K



**Tabla 4.12: Tabla de causas de inseguridad/fallos en operación y acciones
consecuentes para el sistema de bombeo.**

CAUSA DE INSEGURIDAD/FALLO EN OPERACIÓN	RIESGOS	ACCIÓN PREVENTIVA/CORRECTIVA
Presión no sube al aumentar revoluciones, manómetro inestable	-Atrapamiento -Atmósfera peligrosa -Traumatismo -Explosión -Contacto térmico -Otros posibles	Descender régimen de giro lentamente hasta indicar el manovacuómetro presión positiva (deseable 1 bar)
		Modificar en todo caso el régimen de giro de la bomba gradualmente
Acoplamientos no giran convenientemente	Sobreesfuerzo	Engrase mandos y acoplamientos
Con el sistema desactivado fluido sale de las tomas	Caída a nivel	Desaguar después de cada uso
Reacción excesiva en lanza	- Sobreesfuerzo -Atrapamiento -Traumatismo -Caída a nivel -Caída a distinto nivel -Otros posibles	Disminuir lentamente régimen de giro del sistema de bombeo
Falta de presión/caudal en lanza	-Atrapamiento -Atmósfera peligrosa -Traumatismo -Explosión -Contacto térmico -Otros posibles	Aumentar lentamente revoluciones de la bomba
		Inhabilitar líneas secundarias
		Utilizar tendido de diferente diámetro



CAUSA DE INSEGURIDAD/FALLO EN OPERACIÓN	RIESGOS	ACCIÓN PREVENTIVA/CORRECTIVA
Sistema no aspira en llenado	- Atrapamiento -Atmósfera peligrosa -Traumatismo -Explosión -Contacto térmico -Otros posibles	Aumentar revoluciones de bomba
		Disminuir longitud de líneas de aspiración
		Uso de motobomba portátil
Falta/Exceso de espumógeno en mezcla	- Atrapamiento -Atmósfera peligrosa -Traumatismo -Explosión -Contacto térmico -Otros posibles	Regular proporcionador de espuma Zx
Manovacuómetro marca presión de vacío o presión positiva cercana a cero, salta indicador de temperatura	- Atrapamiento -Atmósfera peligrosa -Traumatismo -Explosión -Contacto térmico -Otros posibles	Descender régimen de giro lentamente hasta indicar el manovacuómetro presión positiva (deseable 1 bar)
		Modificar en todo caso el régimen de giro de la bomba gradualmente



Inspección preventiva de sistemas de bombeo: Prueba de estanqueidad

Para garantizar el correcto funcionamiento de un sistema de bombeo es necesario comprobar que dicho sistema no sufrirá pérdidas de fluido en operación. Para la inspección (según criterio del autor, de carácter mensual) y comprobación de este requisito se seguirán el siguiente procedimiento:

- I. Se cerrarán las salidas de aspiración e impulsión.
- II. Se engranará la toma de fuerza.
- III. Se accionará el sistema de bombeo (en seco, con la válvula del conducto depósito-bomba cerrada) durante unos 10 segundos.
- IV. Se mantendrá el sistema accionado hasta que el manovacuómetro marque una presión de vacío de 0,8 bar **[26]**.
- V. Se procederá a parar totalmente el sistema.
- VI. Se comprobará que una caída de una décima de bar en dicha presión de vacío inicial (hasta 0,7 bar) transcurra en, al menos, 1 minuto **[26]**.
- VII. Se evitará prolongar un funcionamiento en seco del sistema de bombeo más allá de lo estipulado, para evitar problemas en el sistema de sellado.

Inspección preventiva de sistemas de bombeo: Pruebas de operación

El fallo en operación o rotura de un sistema de bombeo puede ser catastrófico para la atención de un siniestro. Por ello es conveniente realizar ciertas pruebas de impulsión que garanticen que un sistema de bombeo se encuentra en buen estado, y propicien que dicho fallo o rotura tenga lugar durante una prueba de presión; o bien un funcionamiento incorrecto durante la prueba nos indique la existencia de problemas para que estos puedan ser solucionados antes de que se manifiesten en siniestro. Se realizarán las siguientes pruebas de presión a criterio del autor con carácter trimestral o cuando se sospeche de un mal funcionamiento en un sistema de bombeo vehicular:

- I. Impulsión de agua a presión en manómetro de 10 bar durante 20 minutos.
- II. Impulsión de espuma (mezcla al 6 por ciento) a 10 bar durante 20 minutos.
- III. Impulsión de agua a 20 bar durante 10 minutos.
- IV. Impulsión de agua a 35 bar durante 10 minutos.



4.3.2.8 Uso seguro e inspección preventiva de elementos del carrozado

Para finalizar la acción preventiva enmarcada en este TFG se presentan directrices básicas para el uso seguro de los principales elementos del carrozado del vehículo a estudio, así como recomendaciones prácticas de mantenimiento relativas a los mismos (Tabla 4.12) que en opinión del autor del presente documento pueden ser útiles para evitar problemas de uso (roturas, fallos o accidentes).

Uso de persianas y compartimentos

- I. La apertura de las persianas de la *armariada* (Figura 4.9) se realizará tirando hacia abajo y levente hacia afuera, realizando la operación inversa para cerrar y hasta que éstas entren en los enganches.
- II. Se agarrará la barra ergonómica, evitando agarres en los laterales de las persianas o pasando los dedos bajo las mismas.
- III. Los equipos se guardarán en los compartimentos habilitados para cada uno de ellos. Queda prohibido el transporte en cabina de equipos sin anclar o encofrados donde corresponda.

Uso de escalera de acceso techo

- I. El ascenso y descenso por la escalera se realizará en todo caso buscando al menos tres apoyos.
- II. Queda prohibido utilizar la escalera con el vehículo en movimiento. Para su uso deberá situarse el cambio del vehículo en punto muerto o en posición neutra y accionar el freno de estacionamiento.
- III. Se comprobará que ningún trabajador esté en el techo del vehículo previamente a la realización de una maniobra de movilización del mismo.



Figura 4.9: Vista de las persianas y de la escalera de acceso a techo.

Uso del carrete de pronto socorro

- I. Se liberará el pomo de bloqueo.
- II. El despliegado de la manguera se realizará de forma manual. La recogida se llevará a cabo de forma automática accionando el *pulsador de recogida* en cabina.
- III. Se efectuará un guiado manual de la manguera en la recogida automática por un trabajador.
- IV. En caso de fallo del *motor de recogida* se montará la manivela en el eje ranurado diseñado para tal fin y esta operación se realizará de modo manual.
- V. Se prestará especial atención a no acercar las manos al eje de recogida durante esta operación.

Uso del mástil

- I. Se operará con este elemento con el vehículo en punto muerto y con el freno de estacionamiento accionado.
- II. El uso de la anilla de retracción manual sólo se utilizará en caso de emergencia, cuando no sea posible la recogida automática.

Uso del cabestrante

- I. Se llevará la palanca de accionamiento del dispositivo a la posición de liberación (OUT).



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- II. Se agarrará el gancho y se estirará el cable hasta la longitud deseada, tomando la precaución de dejar siempre al menos cuatro vueltas de cable en el carrete.
- III. Se llevará la palanca de accionamiento del dispositivo a la posición (IN).
- IV. Se conectará el mando al dispositivo realizando las maniobras oportunas.
- V. Cuando se termine el trabajo se recogerá el cable de forma automática y se llevará la palanca de accionamiento del dispositivo a la posición de seguridad.
- VI. El motor del vehículo debe estar arrancado durante la operación del cabestrante para evitar la descarga de la batería del vehículo.

Uso del equipo de arranque rápido

- I. El aparato se utilizará en zonas bien ventiladas.
- II. Se tomará la precaución de desconectar el cable de la red eléctrica cuando se acoplen las baterías al dispositivo. En ningún caso se intentarán recargar baterías defectuosas o no recargables.
- III. Se evitará la presencia de llamas o chispas cerca del dispositivo
- IV. Puesto que el ácido de las baterías es corrosivo las manchas que se produzcan en los trajes de intervención deberán lavarse inmediatamente con agua abundante.

Uso de asientos con soporte ERA

- I. Los trabajadores se colocarán las espalderas con los cilindros de forma firme.
- II. Se centrarán los cilindros en los huecos de los asientos diseñados para su transporte.
- III. Se bajará el reposacabezas una vez colocado convenientemente el cilindro para ajustarlo.
- IV. En este punto queda colocado de forma segura el equipo de respiración para su posterior colocación desde la posición de sentado (Figura 4.10).
- V. Para su colocación en ruta se utilizarán los protocolos previstos, evitando levantarse y quedando prohibido el uso del tirador de liberación del equipo de respiración en ruta (Figura 4.11)



Figura 4.10: Asientos con soporte ERA.



Figura 4.11: Tirador de liberación de ERA.

Uso de la Señalización óptica

Se recogen las siguientes directrices de uso para el equipamiento de señalización óptica del vehículo:

- I. Para el uso de las Luces de trabajo perimetrales se deberán proteger las bombillas con las rejillas diseñadas a tal efecto y orientarlas hacia la armariada.
- II. Las Luces estroboscópicas se utilizarán en lugares con escasa visibilidad y para señalar la detención del vehículo.



- III. La Barra de luces direccional se utilizará en siniestros nocturnos y para señalar la presencia del vehículo en accidentes de tráfico como complemento a los triángulos de preseñalización.
- IV. El uso del Faro de trabajo trasero se realizará obligatoriamente en aquellos siniestros que presenten escasa visibilidad y estará destinado fundamentalmente a la iluminación del panel de bomba.
- V. El Faro de trabajo delantero poseerá un uso general pudiendo utilizarse desde la cabina, utilizando su dispositivo de orientación o como iluminación principal, fuera del vehículo utilizando el trípode correspondiente.
- VI. Las Luces rotativas se utilizarán para señalar la operación del vehículo como vehículo prioritario. Su uso, según la legislación, otorga al vehículo los derechos propios a este régimen de movilidad por lo que se utilizarán exclusivamente en ruta hacia siniestro.
- VII. El Puente de luces se utilizará de forma opcional para complementar el uso de las Luces rotativas, teniendo la misma naturaleza que éstas.

Uso de la Señalización acústica

- I. El uso de la Sirena eléctrica-Altavoz se llevará a cabo en ruta hacia siniestro y en aquellas situaciones en las que sea necesario comunicar alguna instrucción por megafonía. Se contempla además, el uso de megáfonos individuales para este fin.
- II. La Sirena neumática se utilizará para complementar la operación de la Sirena eléctrica-Altavoz.

Inspección preventiva a elementos del carrozado

Para su correcto estado de operación, los elementos del carrozado necesitan de ciertas tareas de comprobación que deben planificarse por los servicios de extinción (Tabla 4.13). El autor propone:



**Tabla 4.13: Inspecciones de mantenimiento preventivo en elementos del
carrozado.**

ELEMENTOS DEL CARROZADO	ACCIONES PREVENTIVAS DE INSPECCIÓN/MANTENIMIENTO	INTERVALO DE INSPECCIÓN/MANTENIMIENTO
Persianas y compartimentos	Comprobar funcionamiento de luminarias fluorescentes	1 guardia
	Verificar el funcionamiento del interruptor en cabina de luz de armarios	1 guardia
	Comprobar limpieza y secado de los compartimentos	1 Semana
	Revisar gomas guardapolvos, remaches y estado de la cinta de las persianas	1 mes
Carrete de pronto socorro	Comprobar funcionamiento del motor	1 mes
	Verificar el buen estado del ranurado para manivela	1 mes
	Examinar el perfil de la manivela	1 mes
	Constatar ausencia de fugas en la manguera y buen estado del rácor	1 mes
Mástil	Comprobar funcionamiento del foco	1 semana
	Constatar buena operación del mecanismo de ascenso/descenso del mástil	1 semana
	Comprobar estado de la anilla de mecanismo de descenso manual	1 semana
	Lubricar tubo telescópico	1 mes
Cabestrante	Verificar el correcto funcionamiento del motor en la recogida del cable	1 semana
	Comprobar giro suave del carrete en la recogida manual	1 semana
	Constatar la integridad del cable y el gancho del cabestrante	Después de cada uso
	Lubricar el eje del carrete	1 mes



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

ELEMENTOS DEL CARROZADO	ACCIONES PREVENTIVAS DE INSPECCIÓN/MANTENIMIENTO	INTERVALO DE INSPECCIÓN/MANTENIMIENTO
Asientos con soporte ERA	Verificar funcionamiento del tirador	1 guardia
	Constatar integridad de las fundas de los asientos	1 semana
	Limpiar los asientos	1 semana
	Lubricar los tubos deslizantes del reposacabezas	1 mes
Señalización Óptica	Verificar correcto funcionamiento de todos los equipos luminosos bajo orden de los respectivos pulsadores en cabina	1 guardia
	Cambiar bombillas fundidas en caso necesario	Cuando proceda tras constatación
	Revisar apriete de la tornillería	2 meses
	Limpieza (en ningún caso con agua a presión)	2 meses
Señalización Acústica	Pruebas de funcionamiento bajo controles en cabina	1 guardia
	Limpieza (nunca con agua a presión)	2 meses
	Verificar nivel de aceite, filtro y conducciones de la sirena neumática	1 mes
Equipo de arranque rápido	Limpiar restos de ácido de las baterías. El equipo debe estar limpio y seco	1 semana
	Comprobar que no exista material alojado alrededor del equipo	1 guardia
	Inspeccionar estado del cable de conexión a la red	1 semana
Escalera de acceso a techo	Verificar puntos de apriete	1 mes
	Comprobar ausencia de suciedad y humedad (son de aplicación las recomendaciones sobre <i>Escalas</i>)	1 semana



4.4 Revaloración de riesgos

Tras el desarrollo de la acción preventiva presentada, conviene realizar, tal y como indican las líneas teóricas de la prevención de riesgos, un análisis del alcance efectivo del plan, para estimar el alcance del impacto de la planificación preventiva y valorar el *riesgo residual*. Para ello se llevará a cabo un proceso de revaloración de los riesgos según el *Método Fine*.

Desgraciadamente la profesión de bombero conlleva unos *riesgos residuales* que no serían admisibles para otros trabajadores. En este punto hay que reinterpretar el *Método Fine*, valorando la disminución de los riesgos una vez perseguida su minimización, a pesar de que su importancia exceda los umbrales de lo aceptable para otras profesiones. Es imposible obviar la peligrosidad de la profesión de bombero y se deben recordar la interpretación de los conceptos jurídicos de *estado de necesidad* y *obligación de sacrificio* respecto a la profesión, comentados en el apartado 4.1.2 del presente TFG.

Para efectuar la revaloración de riesgos, se ha considerado que las *Consecuencias* posibles (dadas por la naturaleza de los peligros) y la *Exposición* a los riesgos (dada por la estadística de intervención), permanecen constantes y será el parámetro del método *Probabilidad* el valor que se vea afectado por la acción preventiva (una vez proporcionadas todas las directrices de seguridad en cuanto a actuación en siniestro, uso de equipos de protección y mantenimiento preventivo; se reduce la probabilidad de llegar a un daño extremo a través de la exposición al riesgo).

Conclusiones respecto a la revaloración de riesgos

Se concluye que, *a priori*, la *metodología PSO* es efectiva en la prevención de accidentes en intervención. De los veinte tipos de riesgos presentados, todos han disminuido su *Grado de Peligrosidad (GP)*, por disminución del factor *Probabilidad*, en una magnitud de al menos un tercio de su valor inicial (Tabla 4.14). Además, la mitad de los riesgos han disminuido la gravedad de su clasificación (Tabla 4.15). Este hecho se ha producido en riesgos tan comunes como de Atrapamiento, Corte, Contacto térmico o Caída al mismo nivel. Los riesgos son controlados por la acción preventiva, que obliga al uso de los debidos equipos de protección, evita el uso de equipos en mal estado y facilita directrices de seguridad. Esta acción debe ser reconocida legalmente



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

como vinculante (reglamento del servicio en cuestión) para que sea respetada y de obligatoria observancia.

No obstante, como en toda acción preventiva, y dadas las peculiares características de la actividad objeto de estudio, estas conclusiones son preliminares. Serán la **experiencia** en la implantación de la prevención en siniestro, el nivel de **calidad de la formación** que debe ponerse en marcha para crear una conciencia a nivel corporativo y la revisión y **mejora continua** de los PSO, las herramientas que habrán de ser utilizadas para prevenir activamente accidentes, mejorando la seguridad de bomberos y ciudadanos.

**Tabla 4.14: Tabla de reanálisis del Grado de Peligrosidad tras la acción PSO
(*Grado de Peligrosidad disminuido).**

RIESGO	CONSECUENCIA	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD
Traumatismo	50	6	3	900*
Atrapamiento	50	3	1	150*
Corte	25	6	1	150*
Abrasión	15	3	1	45*
Atropello	50	6	0.5	150*
Contacto térmico	50	6	1	300*
Caída (mismo nivel)	15	10	1	150*
Caída (distinto nivel)	25	3	1	75*
Sobreesfuerzo	15	10	3	450*
Contacto eléctrico	25	6	0.5	75*
Incendio	50	3	0.5	75*
Salpicaduras	25	2	0.5	25*
Impregnación de productos peligrosos	25	2	0.5	25*
Exposición atmósfera peligrosa	100	6	1	600*
Explosión	100	3	6	1800*
Exposición a radiación	100	0,5	3	150*
Vibraciones	15	6	0.5	45*
Efecto acústico	15	6	1	90*
Derrumbamiento	100	2	3	600*
Carga mental	15	3	1	45*



**Tabla 4.15: Tabla de reclasificación de los riesgos estudiados según
Grado de Peligrosidad (*Disminución en la consideración del riesgo).**

RIESGO	GRADO DE PELIGROSIDAD	RECLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CLASIFICACIÓN INICIAL DEL RIESGO	DISMINUCIÓN DEL GRADO DE PELIGROSIDAD (%)
Explosión	1800	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	40
Traumatismo	900	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	50
Derrumbamiento	600	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	70
Exposición a atmósfera peligrosa	600	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	66
Sobreesfuerzo	450	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	50
Contacto térmico	300	Riesgo alto*	Riesgo muy alto	83
Atrapamiento	150	Riesgo notable*	Riesgo muy alto	33
Corte	150	Riesgo notable*	Riesgo muy alto	33
Atropello	150	Riesgo notable*	Riesgo alto	33
Caída (mismo nivel)	150	Riesgo notable*	Riesgo muy alto	33
Exposición a radiación	150	Riesgo notable*	Riesgo muy alto	70
Efecto acústico	90	Riesgo notable*	Riesgo alto	66
Caída (distinto nivel)	75	Riesgo notable	Riesgo notable	66
Contacto eléctrico	75	Riesgo notable	Riesgo notable	50
Incendio	75	Riesgo notable	Riesgo notable	50
Carga mental	45	Riesgo moderado*	Riesgo notable	66
Abrasión	45	Riesgo moderado*	Riesgo notable	66
Vibraciones	45	Riesgo moderado*	Riesgo notable	50
Salpicaduras	25	Riesgo moderado	Riesgo moderado	50
Impregnación de productos peligrosos	25	Riesgo moderado	Riesgo moderado	50



5. CONCLUSIONES

La realización del presente Trabajo de Fin de Grado está encaminada a la implantación de una conciencia y actuación preventivas en los servicios de extinción de incendios. En esta línea las conclusiones alcanzadas en su proceso de realización, muy en relación con el espíritu y objetivos previos del presente documento pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Se ha observado la necesidad de **integrar protocolos de mantenimiento** preventivo de medios **y protocolos vinculantes de seguridad** en la operación en siniestro. Este paso es necesario para mejorar el funcionamiento de los servicios de extinción y garantizar la seguridad de trabajadores y víctimas en siniestro. La implantación de la *organización PSO* podría satisfacer esta necesidad.
- Las necesidades de un servicio de extinción requieren la practicidad de elaborar **documentos de seguridad fundamentales**, que puedan servir de base para desarrollar los contenidos para la formación de futuros bomberos a cualquier nivel de la escala. Los *Planes de Seguridad Operativos (PSO)* representarían una unificación de los criterios de actuación y podría establecerse una base teórica mediante los diferentes planes para garantizar una actuación normada en intervención.
- Se ha concluido que representaría un paso muy positivo para el funcionamiento de los servicios de extinción **sistematizar e informatizar los datos** relacionados con la gestión de **operaciones** y con el **mantenimiento** de sus medios. Esta sistematización debería ir acompañada de una publicidad de dichos datos que redunden en una mayor transparencia de cara a la población y en un acceso más fácil a información de utilidad para opositores y centros de conocimiento que desarrollen métodos de organización o avances técnicos relacionados con la labor de los servicios de extinción.
- Se ha conseguido facilitar un número importante de directrices de seguridad para prevención en siniestro y mantenimiento, en base al criterio y conocimientos del autor, por lo que el presente TFG puede ser un buen punto de apoyo para una posible futura introducción de una conciencia *PSO* en el Cuerpo de Bomberos del Ayto. de Madrid por el autor.



6. TRABAJOS FUTUROS

El alcance de conclusiones no representa por si sólo una mejora en la gestión de un servicio de extinción. Debe ir acompañado de un resultado práctico. El presente Trabajo de Fin de Grado constituye un planteamiento inicial de los conceptos de nueva creación propuestos por el autor de *Plan de Seguridad Operativo (PSO)* y *metodología de organización PSO*. (Figura 1.1) Se considera por tanto que se ha de desarrollar un importante trabajo futuro para sistematizar (dentro de la necesaria adecuación dinámica de medios y acciones, según se desarrolle un siniestro) el funcionamiento en operación de los servicios de extinción. Como tareas principales:

- Desarrollo de los *Planes de Seguridad Operativos (PSO)*:
 - *Planes de Seguridad Operativos Estándar* (propriadamente los *PSO*) subdivididos en dos *Planes de Seguridad Operativos Específicos (PSOEx)*: *Planes de Seguridad Operativos Específicos de Prevención (PSOEP)* y *Planes de Seguridad Operativos Específicos para Mantenimiento Preventivo (PSOEM)*. Estos últimos deben incluir protocolos concretos a modo de guía de mantenimiento de equipos de trabajo (montaje/desmontaje de elementos, periodos de inspección, etc).
 - *Planes de Seguridad Operativos para Siniestro (PSOS)*, que configurarían protocolos de actuación que darían una idea clara y normada de actuación a los integrantes de las escalas ejecutiva y técnica (por citar algún ejemplo: tipo de chorro o gota a utilizar, necesidad o no de ventilación en fuegos, elección del tipo de ventilación, etc) y que puedan estar sujetos a modificaciones con el paso del tiempo siendo complementados a criterio de los mandos.

El desarrollo de estos planes llevaría a una intervención más organizada y disminuiría el riesgo de negligencia (y con ello ayudaría a preservar la vida y la seguridad de los ciudadanos). Esta negligencia por parte de los servicios de extinción o de los organismos competentes encargados de su gestión puede producirse por dos vías: una primera por acción (fallo flagrante en operación) u otra por omisión (debida al mal estado y consecuente fallo de los equipos). Ambas quedarían cubiertas con la implementación de los PSO.



**PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO**

- Ampliar el alcance de los *PSO*, desarrollando la *metodología PSO*, de modo que su espíritu preventivo y de carácter formativo se extienda en forma de cursos de reciclaje, de iniciación, de formación para otro tipo de colectivos (sanitario, industrial, etc) o de campañas informativas orientadas a la prevención de todo tipo de siniestros de cara a la ciudadanía.
- Desarrollar e informatizar reportes de datos estadísticos en los servicios de extinción, de forma que se pueda llevar un control exhaustivo de bajas, causas médicas, salidas de cada vehículo etc; con el fin de tener un mayor control sobre la gestión del servicio y tomar decisiones relativas a la prevención y mantenimiento en el cuerpo (justificación de modificaciones en los *PSO*).
- Sería totalmente necesario dar un carácter legal vinculante a los *PSO* de forma que quede constancia de ellos en los reglamentos de los diferentes servicios de extinción donde se apliquen y en el resto de la legislación.
- Intensificar las labores de inspección y estudio de edificios por parte de los mandos de los servicios de bomberos, de cara a realizar unos *PSOS* completos y complementados con estudios de prevención e intervención recientes.
- El carácter vinculante de los *PSO* debería extenderse con el fin de mejorar la situación general en materia de prevención de riesgos, bajo observancia del ministerio competente y autoridades municipales vinculadas a los servicios de extinción que lleven a cabo su implantación.



7. BIBLIOGRAFIA

Referencias

- [1] *Directiva Marco 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para proponer la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.*
- [2] *Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.*
- [3] *Página web del Excmo. Ayuntamiento de Madrid: www.madrid.es/Emergencias_y_seguridad/Cuerpo_de_bomberos/Recursos/Instalaciones_y_personal. (05/03/13)*
- [4] *Subdirección General de Bomberos. Dirección General de Emergencias y Protección Civil. Excmo. Ayuntamiento de Madrid. Memoria: Bomberos Madrid 2011.*
- [5] *Cuerpo de Bomberos de Barcelona. Excmo. Ayuntamiento de Barcelona. Año 2011. Informe de Actividad. 2011.*
- [6] *Cuerpo de Bomberos de Zaragoza. Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza. Año 2011. Memoria Estadística. 2011.*
- [7] *Cuerpo de Bomberos de Donostia. Excmo. Ayuntamiento de San Sebastian. Estadísticas de Intervenciones (2000-2013). 2013.*
- [8] *Office for National Statistics. Fire and Rescue Services Statistics. 2013. (Consulting statistics for London and Manchester in 2006).*
- [9] *Fire Department. City of New York. 2012/2013 Annual Report. 2013.*
- [10] *Fire Analysis and Research Division. National Fire Protection Association. Survey of Fire Departments for USA Fire Experience. 2011.*
- [11] *Toronto Fire Services. City of Toronto. 2011 Annual Report. 2012.*



- [12] Area Telecomunicazioni e Statistica. Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile. *Annuario Statistico del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco*. 2010.
- [13] Ministerio del Interior. Dirección General de Emergencias y Protección Civil. *Manual de Instrucciones y Códigos. Grupo de Códigos VIII*. 1985.
- [14] Sindicato Profesional de Policías Locales y Bomberos de la Comunidad Valenciana (SPPLB). *Temarios. Tipos de Vehículos de Bomberos*.
- [15] Norma UNE-EN-23900:1983. *Vehículos contraincendios y de salvamento. Especificaciones comunes*.
- [16] Subdirección General de Bomberos. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Excmo. Ayuntamiento de Madrid. *Documento de Intervención y Trenes de Ataque*. Actualizado al 19/02/2013.
- [17] Hernando Alonso, Carlos. *Manual básico de formación de fuego*. Escuela de Protección Civil y Bomberos. 2005.
- [18] Página web: www.emergenciasmadrid.com/bomberos.(20/02/13)
- [19] Subdirección General de Bomberos. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Excmo. Ayuntamiento de Madrid. *Proyecto de Vehículo Autobomba*. 2008.
- [20] González Ruiz, A; González Maestre, D; Mateo Floría, P. *Manual para el Técnico de Prevención de Riesgos Laborales. Volúmenes I y II*. Fundación Confemetal Editorial. 2002.
- [21] Hall, R., Adams, B. *Fundamentos de la Lucha Contra Incendios. Fire Protection Publications*. Oklahoma State University. 1998.
- [22] González Fernández. *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales*. CEF. Ed. Cinco Días. 1999.
- [23] Valencia, C; Olmeda, E. *Estudio de seguridad y prevención de riesgos en el trabajo en un foso de taller de ITV*. Universidad Carlos III de Madrid. 2009.



- [24] Servicios Especiales y de Prevención y Extinción de Incendios. Diputación de Albacete. *Manual SEPEI de Bomberos. Cursos de Iniciación y Reciclaje*. 2003.
- [25] Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos Voluntarios de Paraguay. Academia Nacional de Formación de Bomberos. *Manual del Curso de Bombero Profesional*. 2006.
- [26] Ziegler. Albatros S.A. *Manual de bombas urbanas ligeras y pesadas*. 2009.
- [27] Cuerpo de bomberos de Palma de Mallorca. Ayuntamiento de Palma de Mallorca. *Curso de Equipos de Respiración Autónomos*. 2011.

Bibliografía Complementaria

Normas UNE

- Norma UNE-EN-23900:1983. Vehículos contraincendios y de salvamento. Especificaciones comunes.
- Norma UNE-EN-23110:1996 Extintores portátiles de incendios.
- Norma UNE-EN-23091:1996 Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.
- Norma UNE-EN-659:2003 Guantes de protección para bomberos
- Norma UNE-EN-13204:2006 Herramientas de rescate hidráulicas de doble acción para uso de los servicios contra-incendios y de rescate. Prescripciones de seguridad y funcionamiento.
- Norma UNE-EN-469:2006 Ropa de protección para bomberos
- Norma UNE-EN-443:2007 Cascos para la lucha contra el fuego en los edificios y otras estructuras.
- Norma UNE-EN-137:2007 Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa.
- Norma UNE-EN-15090:2007 Calzado para bomberos
- Norma UNE-EN-1149:2008 Ropa de protección. Propiedades electrostáticas
- Norma UNE-EN-11612:2010 Ropa de protección contra el calor y la llama



PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO

- Norma UNE-EN-1147:2011 Escalas portátiles para uso en el servicio contra incendios.

Reales Decretos

- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los EPI.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo

Otras publicaciones

- Aivar García, Juan David. *Excarcelación. Fichas de intervención en automóviles*. 2004.
- Chinchilla García, Javier. *Herramientas hidráulicas y neumáticas de descarceración*. Cuerpo de Bomberos de Barcelona. 2000.
- Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior. *Reglamentación sobre Vehículos Pesados, Prioritarios, especiales, de transporte de personas y mercancías y tramitación administrativa*. 2011.
- Dräger. *Self Contained Breathing Apparatus (SCBA). PA90 Series Manual*. 2006.
- Morris, B. *Técnicas de Rescate en Vehículos*. Holmatro Rescue Equipment. 2005.
- Universidad Carlos III de Madrid. Documentación del *Curso de prevención de riesgos eléctricos en Baja Tensión*. 2006.
- Wieder, M.A. *Manual del conductor/operario del Vehículo Autobomba*. Asociación Internacional de Formación de Bomberos (IFSTA). Fire Protection Publications. Oklahoma State University. 2000.



***PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD OPERATIVA APLICADO A UN VEHÍCULO DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MANTENIMIENTO***